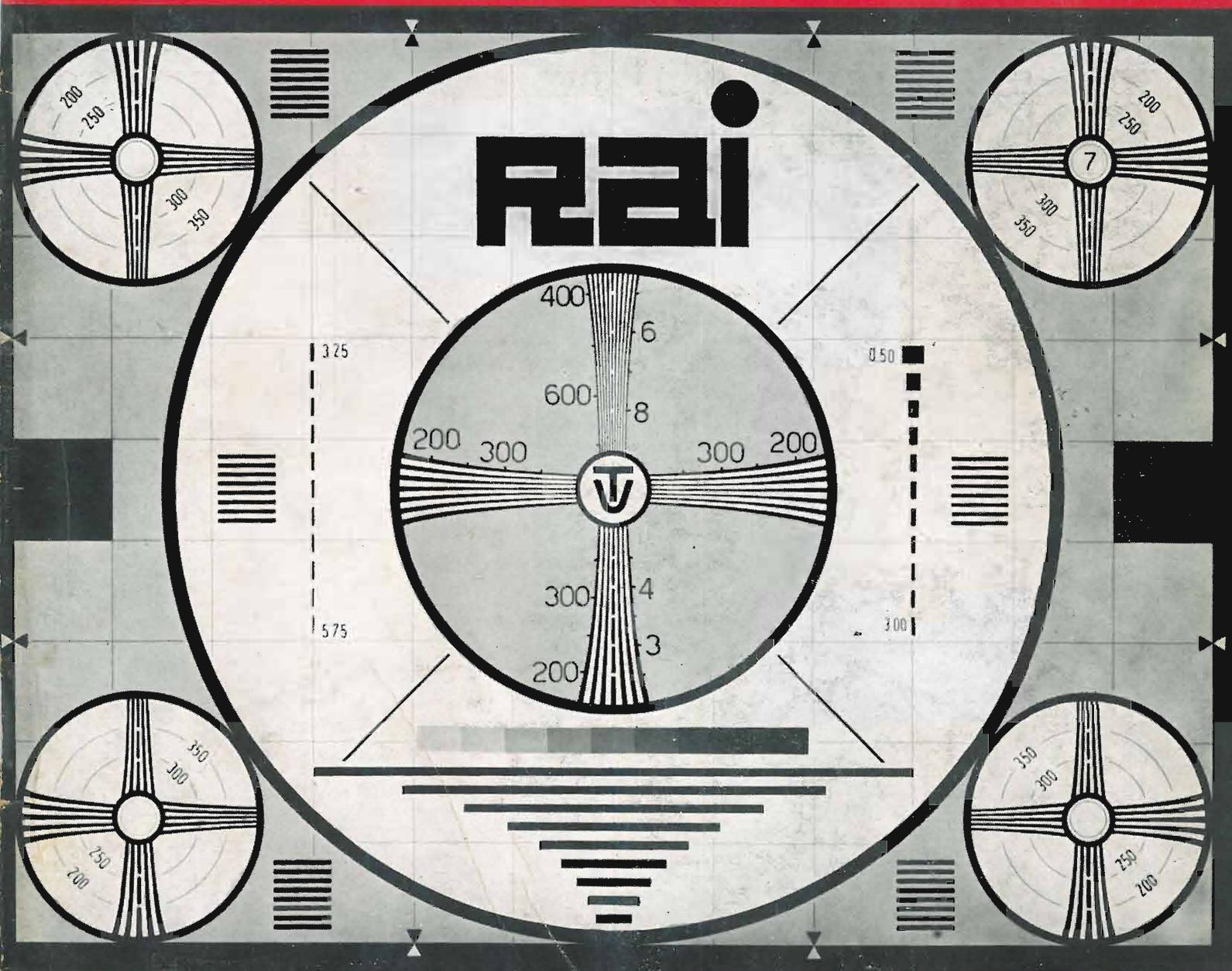
ELETTRONICA

EDIZIONI RADIO ITALIANA - ANNO IV - LUGLIO-AGOSTO 1955 - NUMERO 4 - L. 300

NUOVA IMMAGINE CAMPIONE DELLA TV

Vedere nell'interno l'articolo illustrativo delle possibilità di controllo, negli impianti di ripresa, di trasmissione e nei ricevitori, consentite dalla nuova immagine RAI

STAMPATO NELLO STABILIMENTO ILTE - INDUSTRIA LIBRARIA TIPOGRAFICA EDITRICE - TORINO - CORSO BRAMANTE, 20 (608)

TORINO
Via Giacinto Collegno, 22
Telefono N. 77.33.46

MEGA RADIO

MILANO
Foro Buonaparte N. 55
Telefono N. 86.19.33

Generatore di segnali
(Sweep Marker)
Mod. 106-A - Serie TV

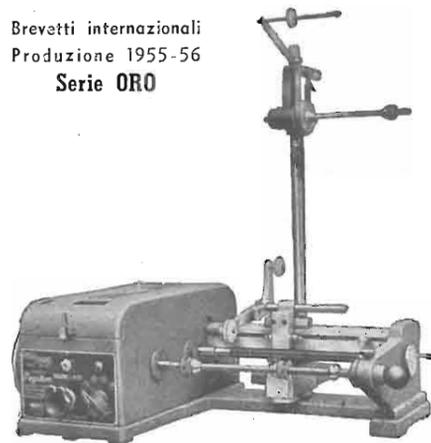
Avvolgitrici «MEGATRON»

Brevetti internazionali
Produzione 1955-56
Serie ORO

Analizzatore
« Pratical »

Analizzatore
« T. C. 18 D »

Oscillatore modulato
« C. B. V. »

Oscillogr. a larga banda
Mod. 108-A - Serie TV

Avvolgitrici lineari da 1 a 6 carrelli per lavorazioni di serie; **lineari e a nido d'ape; lineari** per la **lavorazione dei fili capillari; lineari** per la **lavorazione dei fili capillari** con **complesso per la decrescenza** dell'avvolgimento.

Le nostre Avvolgitrici sistema **Megatron,** impiegano per la traslazione del carrello e per l'inversione di marcia, sia manuale che automatica, un **complesso elettromagnetico.** Esso ha permesso di eliminare definitivamente gli antiquati sistemi **meccanici e tutti gli inconvenienti** da questi derivati. **Megatron** è sinonimo di perfezione tecnica, silenziosità d'uso, alta velocità di lavoro; è l'avvolgitrice creata per Voi.

Nessuna avvolgitrice può darvi le prestazioni della MEGATRON.

« Combinat »
(Complesso analizzatore oscillatore)

Videometro
(Generatore di barre)
Mod. 102 - Serie TV

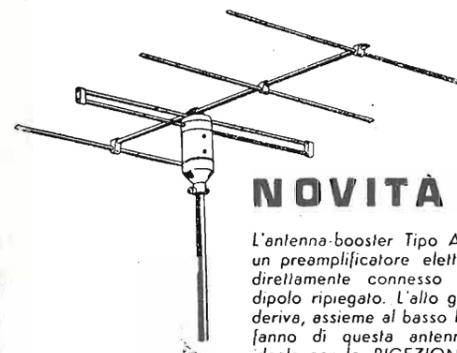
Grid Dip Meter
Mod. 112-A - Serie TV

Voltmetro elettronico
Mod. 104-A

Super Analizzatore
« Constant » Mod. 101 - Serie TV

Provavalvole « P. V. 20 D »

Per gli strumenti che Vi interessano, siete pregati di chiederci la particolare documentazione tecnica

Visitateci alla XXI MOSTRA, RADIO e TELEVISIONE - posteggio 26 (lato sinistro dagli ingressi principali)

AGENTE DI VENDITA PER L'ITALIA:

S.R.L. CARLO ERBA
MILANO
VIA CLERICETTI, 40 - TELEF. 292-867

★

CAVI PER ALTA FREQUENZA E TELEVISIONE
CAVI PER RADAR
CAVI PER PONTI RADIO
CAVI PER RAGGI X
CAVI PER A.T. IN POLITENE
CAVI PER MACCHINE ELETTRONICHE E APPARECCHI DI MISURA
FILI DI RAME CON SMALTO TIPO SALDABILE SOLVIT
FILI SMALTATI AUTOIMPREGNANTI
FILI PER CABLAGGI E CONNESSIONE M. 49 Dätwyler (Brevettati)
CORDONCINI LITZ SALDABILI
GIUNTI E TERMINALI PER CAVI T.V. E A.F.

DEPOSITI A:
MILANO - ROMA - FIRENZE - BOLOGNA - TORINO - PADOVA

ELETTRONICA

NUMERO 4 ANNO IV

LUGLIO AGOSTO 1955

DA PAGINA 145 A PAGINA 192

RIVISTA BIMESTRALE

DIRETTORI:
EDOARDO CRISTOFARO
VITTORIO MALINVERNI

VICE DIRETTORE TECNICO:
GIUSEPPE DILDA

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE:
TORINO
VIA ARSENALE 21 - TELEF. 41.172

Concessionaria esclusiva della pubblicità:
COMPAGNIA INTERNAZIONALE PUBBLICITÀ PERIODICI (CIPP)
MILANO, VIA MERAVIGLI 11 - TEL. 808-350
TORINO, VIA POMBA 20 - TELEF. 45-816

Sommario:

Recentemente la Radiotelevisione Italiana ha adottato una nuova immagine campione per le trasmissioni televisive. Nell'articolo pubblicato nel presente fascicolo vengono illustrate le numerose possibilità di controllo consentite dalla nuova immagine, sia in sede di ripresa e di trasmissione, sia nella taratura e nel collaudo dei ricevitori televisivi.

EDIZIONI RADIO ITALIANA

IL PRESENTE NUMERO DI "ELETTRONICA" COSTA IN ITALIA LIRE 300 (ARRETRATI LIRE 400) — I VERSAMENTI POSSONO ESSERE FATTI SUL CONTO CORRENTE POSTALE N. 2/37800

ALL'ESTERO LIRE 500 (ARRETRATI LIRE 600)

ABBONAMENTO ANNUALE: IN ITALIA LIRE 1500 - ALL'ESTERO L. 2500
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - IV GRUPPO
REGISTRATO ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C. P. DI TORINO AL N. 493 IN DATA 6-11-1951

LA NUOVA IMMAGINE CAMPIONE DELLA RAI

Dr. Ing. GIAN FRANCO RAFFO
della RAI

1. Generalità.

Per la messa a punto di una catena trasmittente-ricevente televisiva è indispensabile disporre di una opportuna immagine fissa, dotata di un particolare contenuto geometrico: non esiste infatti alcun altro mezzo che consenta di controllare efficacemente la similitudine delle leggi del moto dei pennelli elettronici di analisi e di sintesi. È opportuno inoltre conferire a questa immagine alcune caratteristiche particolari, capaci di consentire anche una valutazione quantitativa sintetica della resa dei toni e del dettaglio da parte del sistema televisivo. Questa valutazione, peraltro formulabile con maggiore esattezza attraverso sistemi di misura puramente elettronici, risulta però assai malagevole e incerta se basata soltanto sull'esame delle immagini in movimento di un normale programma televisivo.

Per rispondere a queste molteplici esigenze, è nata l'*immagine campione* (test pattern), che nel nostro Paese è ormai universalmente nota col termine di

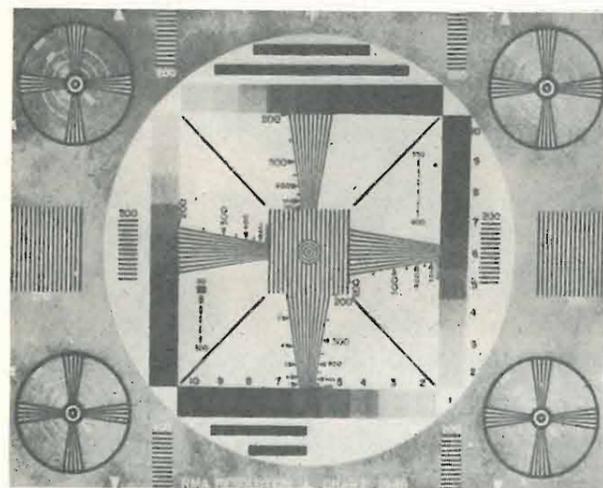



Fig. 1. — Disegno di controllo dell'Associazione dei Costruttori Radio Televisivi Americani (RTMA).

Monoscopio, termine assai improprio, dato che tale vocabolo, nell'originale americano « Monoscope », designa un particolare tubo di ripresa, capace di produrre il segnale video corrispondente a una determinata immagine campione.

Negli Stati Uniti, l'Associazione dei Costruttori Radio Televisivi (RTMA) ha adottato l'immagine di figura 1. Ogni singola società di diffusione televisiva ha poi scelto una propria immagine campione, derivata da quella della RTMA: le figure 2 e 3 mostrano i disegni adottati rispettivamente dalla National Broadcasting Company e dalla Columbia Broadcasting System. Dal 4 aprile scorso la RAI-Radiotelevisione Italiana ha adottato l'immagine di figura 4; di tale immagine, il presente scritto vuol descrivere appunto le caratteristiche e i criteri informatori.

Fig. 2. — Disegno di controllo della National Broadcasting Company.

2. Controllo della struttura geometrica.

Come è noto, l'immagine televisiva viene trasmessa per punti successivi nel tempo. Per non alterare le posizioni reciproche dei singoli punti, devono essere soddisfatte alcune relazioni riguardanti il moto dei pennelli elettronici di analisi e di sintesi. In particolare, il sistema di analisi prescritto dalle norme tecniche attualmente in vigore richiede che durante il periodo utile di scansione le « macchie » (spots) dei pennelli di analisi e di sintesi abbiano moto lineare uniforme. Il difetto conseguente alla inosservanza di queste norme si chiama *mancanza di linearità* orizzontale o verticale a seconda della direzione in cui il moto ha una componente che non è uniforme. Occorre inoltre che il rapporto fra larghezza e altezza dell'immagine abbia il valore di 4/3, sia nei tubi di ripresa

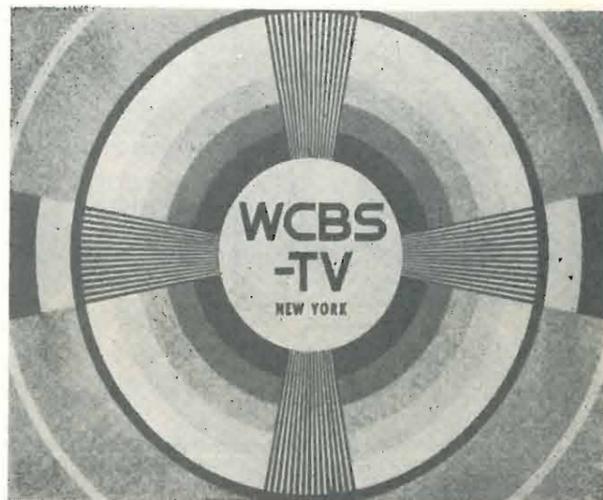



Fig. 3. — Disegno di controllo della Columbia Broadcasting System.

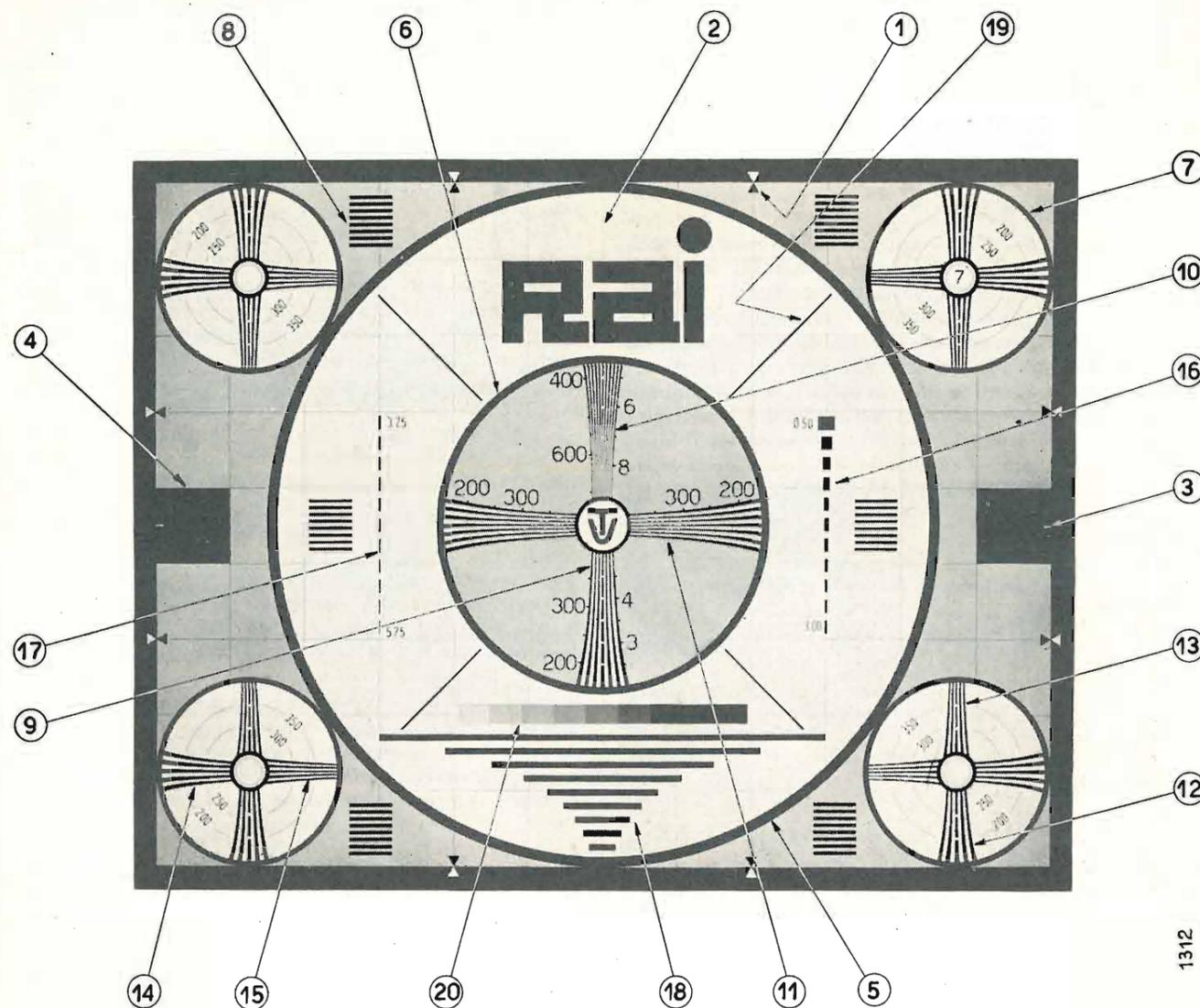



Fig. 4. — Disegno di controllo della RAI-Radiotelevisione Italiana.

che in quelli di riproduzione. Se ciò non si verifica, si ha un *errore di rapporto dimensionale*.

Le *dimensioni* utili dell'immagine sono determinate dalle punte dei triangolini neri (1) nella figura 4 posti sui bordi del disegno. I triangolini bianchi opposti a quelli neri servono a facilitare e rendere più accurata la messa a punto del dispositivo che « riprende » l'immagine campione. Il *centro* dei lati maggiori è ben individuato dalla corrispondente linea verticale (2) facente parte del reticolo di fondo; il centro dei lati minori è invece individuato dalle due righette bianche (3) sul bordo dei quadroni neri (4). L'esatta individuazione di tali centri può essere utile nelle operazioni di centratura dell'immagine sul tubo di ripresa o di riproduzione.

La *mancanza di linearità* e gli errori di dimensione vengono rilevati essenzialmente dai due grandi cerchi concentrici centrali (5) e (6) e dai quattro piccoli cerchi (7) posti negli angoli. Fra le figure geometriche, il cerchio è infatti quella che più di ogni altra è sensibile alle deformazioni. Le dimensioni e le posizioni dei cerchi sono state poi scelte in modo da esaltare al massimo l'effetto delle deformazioni. Il cerchio maggiore è stato pertanto reso tangente ai contorni orizzontali dell'immagine, mentre i quattro cerchi laterali sono tangenti sia ai contorni che al cerchio centrale. In tal modo, si controlla tutta la periferia della immagine, dove è più difficile mantenere una linearità rigorosa. Il cerchio centrale minore ha un diametro metà di quello maggiore, allo scopo di esplorare accuratamente la zona centrale dell'immagine.

Il reticolato che occupa il fondo di tutto il disegno può anche servire per controllare il rapporto dimensionale e la linearità: le maglie di tale reticolato devono essere tutte quadrate. L'uso di questo sistema è però piuttosto delicato per il pericolo di commettere errori di parallasse: il metodo migliore per evitare tali errori consiste nel porre a contatto dello schermo del cinescopio da controllare una maschera trasparente, di spessore non inferiore ai 5 mm, sagomata in modo da adattarsi esattamente alla superficie esterna dello schermo. Sulle due facce della lastra è disegnato un reticolo identico a quello dell'immagine sul tubo: nelle varie zone dell'immagine l'osservatore, posto in posizione tale da veder coincidenti i disegni delle due facce della maschera, può regolare i controlli di dimen-

sioni e di linearità del tubo senza incorrere in errori di parallasse.

Da ultimo, anche i gruppi di righe nere orizzontali (8) possono controllare la linearità verticale dell'immagine: la distanza fra le righe dei gruppi centrali deve essere uguale alla distanza fra le righe dei gruppi presso i bordi.

3. Controllo della risoluzione.

La risoluzione di un sistema televisivo è l'attitudine a riprodurre accuratamente i dettagli minuti e i bruschi passaggi dal nero al bianco. Dato il sistema di analisi per righe orizzontali, la risoluzione nel senso delle righe è generalmente diversa da quella nel senso ad esse normale: si definisce allora la risoluzione verticale, come numero di linee bianche e nere orizzontali distinguibili entro l'altezza dell'immagine e la risoluzione orizzontale come numero di linee verticali bianche e nere distinguibili in una lunghezza orizzontale sempre pari all'altezza dell'immagine. Essendo difficile mantenere uniformemente a fuoco il pennello elettronico su tutta la superficie dell'immagine, la risoluzione nella zona centrale può essere diversa di quella alla periferia; in generale è maggiore.

Per valutare la *risoluzione orizzontale* nella zona centrale, il disegno campione dispone di due «cunei» (9) e (10) costituiti da fasci di iperboli equilatere. Rispetto ai cunei costituiti da fasci di rette, questa configurazione ha il vantaggio di rendere lineare la scala dei numeri di linee (nonchè quella delle frequenze) consentendo una uniforme accuratezza di lettura e di interpolazione per tutta la lunghezza di ogni cuneo. A sinistra di ogni cuneo vi è la calibrazione in linee, a destra la calibrazione in MHz. La calibrazione in frequenza indica, per ogni livello del cuneo, la frequenza fondamentale dell'onda quadrata che riproduce il cuneo a quel livello. Pertanto la relazione fra linee L e frequenza f è data da:

$$f = \frac{4}{3} L \frac{H_a}{2}$$

dove H_a è il tempo attivo di riga. La taratura dell'immagine campione è stata fatta per un tempo utile di 52,5 μs, corrispondente a una cancellazione orizzontale di 11,5 μs. In tali condizioni, 1 MHz corrisponde a 78,85 linee. Il cuneo inferiore (9) va salendo da 2 a 5 MHz; quello superiore (10) scende da 4,5 a 9 MHz. Si noti che le scale sui due cunei sono diverse: ogni divisione corrisponde infatti a 0,5 MHz sul cuneo inferiore e a 1 MHz sul cuneo superiore. La lettura delle scale sul cuneo si effettua — come è noto — in corrispondenza del livello per cui le linee si confondono fra di loro: nella lettura entra quindi un fattore soggettivo. Un metodo per diminuire l'influenza di questo fattore consiste nel coprire il cuneo con un foglio opaco; scoprendolo lentamente a partire dalla zona risolta, si legge il livello a cui le linee si confondono; scoprendolo invece a partire dalla zona decisamente non risolta, si legge il livello a cui le linee si separano. Si prende poi la media aritmetica delle due letture, che in generale sono diverse a causa dell'inerzia dell'osservatore, che tarda a percepire il passaggio da linee confuse a linee risolte e viceversa.

Se il pennello del tubo di riproduzione è ben focalizzato (e se il rapporto segnale/disturbo non è inferiore a 20 dB), le linee del cuneo appaiono ancora separate quando il segnale che le rappresenta è ridotto a 1/10 del pieno livello bianco-nero. Solo per attenuazioni maggiori le linee si confondono. Come è noto, le norme tecniche europee in vigore anche nel nostro Paese prescrivono che le componenti del segnale video a frequenza di 5 MHz vengano trasmesse con un'attenuazione non superiore a 6 dB rispetto alle componenti a 0,1 MHz: in tali condizioni, il cuneo inferiore del disegno campione deve apparire completamente risolto sullo schermo di un televisore ben progettato e ben tarato. Analogamente deve apparire risolta la zona del cuneo superiore compresa fra 4,5 e 5 MHz. Solo ricevitori di prestazioni assolutamente eccezionali possono mostrare risolto il cuneo superiore anche oltre i 5 MHz: non è comunque possibile in ricezione risolvere il cuneo superiore fino a 5,5 MHz, data la presenza a questa frequenza della portante del suono. La porzione del cuneo superiore che si estende oltre i 5 MHz serve quindi solo negli impianti di ripresa o lungo i collegamenti direttivi, ove non esistono limiti stringenti per la larghezza di banda.

La *risoluzione verticale* è controllata nella zona centrale dell'immagine da due cunei orizzontali uguali (11), tarati in numero di linee fino a circa 400. Questo valore rappresenta la capacità media di risoluzione verticale del sistema europeo a 625 linee, tenuto conto del fatto che 45 linee sono perdute durante i due ritorni verticali del pennello e che solo il 70% circa delle linee utili viene in media sfruttato in pieno. Se il tubo è correttamente a fuoco, i cunei (11) devono dunque apparire completamente risolti.

La *risoluzione ai bordi* è controllata dai cunei posti nei cerchi laterali: ogni coppia di cunei orizzontale o verticale comprende un cuneo più esterno (12) o (14), che va da 150 a 300 linee, e un cuneo più interno (13) o (15), che va da 250 a 400 linee.

Le linee nere centrali dei cunei che controllano la risoluzione orizzontale sono interrotte da tacche bianche che, per i cunei centrali, ripetono la taratura in MHz: tali tacche forniscono un preciso riferimento quando il segnale elettrico dell'immagine di prova viene osservato su un oscillografo a selezione di linea, capace cioè di presentare all'osservatore una sola, a scelta, delle 625 linee costituenti l'immagine. Con questo sistema si può ad esempio ricavare sperimentalmente l'andamento della ammettenza di macchia (spot admittance) di un tubo di ripresa o di riproduzione. Sui cunei laterali, mancando la taratura in MHz, le tacche corrispondono alla taratura in numero di linee. In complesso, i cunei controllano la risoluzione periodica di un sistema televisivo, dato che la loro riproduzione è condizionata (fra l'altro) alla risposta a regime permanente dei circuiti.

La *risposta al transitorio* è controllata invece dalle colonne di rettangolini (16) e (17) che richiedono la riproduzione di segnali elettrici a forma di impulso singolo. Essenzialmente, la presenza (e anche la frequenza) di «sovraoscillazione» (Overshoot) nella riproduzione dei segnali a impulsi, può essere individuata osservando se i rettangolini sono seguiti da bordature bianche o nere (fig. 5). L'altezza dei rettangolini è di 1/50 dell'altezza dell'immagine; la loro distanza è invece di 1/100 di tale altezza. La calibrazione indica, per ogni rettangolino, la frequenza il cui semiperiodo corrisponde alla durata del rettangolino stesso. La differenza di frequenza fra due rettangolini successivi è di 0,25 MHz. La colonna di destra va da 0,5 a 3,00 MHz; quella di sinistra va da 3,25 a 5,75 MHz.

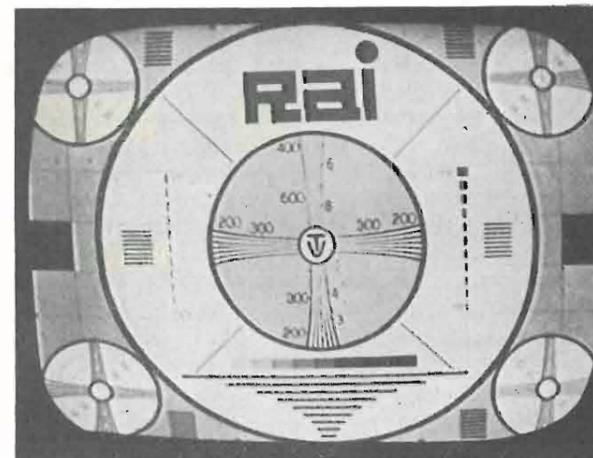



Fig. 5. — Bordatura bianca a destra delle aree nere, causata da sovraoscillazione (overshoot).

La lettura della frequenza di sovraoscillazione si compie in corrispondenza del rettangolino la cui larghezza è approssimativamente pari alla distanza del primo bordo nero provocato dalla sovraoscillazione. Se uno dei rettangolini dà luogo a una bordatura più abbondante degli altri, a quella frequenza la curva di risposta avrà una marcata esaltazione. Anche i bordi della scritta RAI e dei quadroni neri (4) possono dare un'indicazione qualitativa della risposta ai transitori.

4. Risposta alle basse frequenze.

Mentre la risposta del sistema televisivo alle alte frequenze è legata alla riproduzione del dettaglio orizzontale periodico o transitorio, la risposta alle basse frequenze influenza la riproduzione delle figure estese in senso orizzontale. Sull'immagine campione sono state perciò disegnate le strisce (18) corrispondenti a una risoluzione verticale di 100 linee. La lunghezza della riga superiore corrisponde al semiperiodo della frequenza di 19 kHz: le successive corrispondono a frequenze che stanno fra loro in progressione geometrica, con ragione $\sqrt{2}$, e precisamente, in kHz: 19 27 38 53 76 107 152 215 304.

Le distorsioni di fase o di frequenza alle basse frequenze vengono rivelate da «code» nere più o meno estese che seguono le strisce (fig. 6). Le strisce (18), insieme alle colonne di rettangolini (16) e (17), servono anche, in presenza di una immagine spuria («spettro») causata da una riflessione (fig. 7), a determinare rapidamente la differenza di percorso del segnale spurio riflesso. A tale scopo si cerca il rettangolino o la striscia la cui lunghezza è pari allo spostamento dell'immagine spuria rispetto all'immagine principale: il semireciproco della frequenza corrispondente (in MHz) fornisce la differenza di tempo di propagazione in μs.

Fig. 6. — Code nere denotanti la presenza di distorsione alle basse frequenze.

La più corta delle strisce (18) corrisponde a una differenza di percorso di circa 500 m in aria libera e di 300-400 m nei cavi normali; pertanto si può affermare senz'altro che, se la distanza dello «spettro» su un ricevitore è dell'ordine della lunghezza di una delle strisce, lo spettro è dovuto a riflessione di propagazione, presumendosi che la discesa di antenna sia sempre inferiore a 300 m.

Fig. 7. — Doppia immagine causata da riflessione.

5. Focalizzazione. Intercalamento.

L'osservazione delle righe di analisi consente un controllo accurato della *focalizzazione*, anche senza ricorrere all'immagine campione. L'osservazione simultanea delle righe d'analisi e della risoluzione sui cunei (9) o (10) consente di accertare la presenza di *astigmatismo:* infatti, se la regolazione del fuoco per il miglior dettaglio verticale non coincide con la regolazione per il miglior dettaglio orizzontale, ciò significa che lo «spot» è ellittico.

L'*intercalamento* delle righe del quadro pari con quelle del quadro dispari viene controllato dai cunei (11): quando esiste un appaiamento più o meno pronunciato, sui cunei compare una caratteristica figura a croce. Anche le diagonali (19) rivelano la mancanza di intercalamento, frantumandosi in una serie di segmentini orizzontali: questo fenomeno però scompare se l'appaiamento diventa totale. In questo caso però, le linee (8) rivelano bene il difetto. Esse infatti corrispondono a una risoluzione di 200 linee: pertanto ogni linea nera o bianca è costituita da 2 linee di analisi, e l'appaiamento totale dimezza o raddoppia lo spessore delle righe. Un semplice sistema per controllare l'intercalamento, anche in assenza di immagine (beninteso, purchè siano presenti i segnali di sincronizzazione) sfrutta il fenomeno dell'appaiamento virtuale: se lo sguardo dell'osservatore si muove sullo

schermo dall'alto in basso, con velocità tale da effettuare lo spostamento di una riga nel tempo di un quadro (1/50 di sec.), sulla retina le immagini delle righe dei due quadri si formeranno sempre sugli stessi elementi fotosensibili, onde risulteranno appaiate totalmente. Per controllare l'intercalamento si segue allora con lo sguardo il moto di un dito che scorra dall'alto in basso lungo lo schermo, con velocità opportuna. Se le righe appaiono più distinte e più stabili che all'osservazione normale vuol dire che l'intercalamento è buono; se invece non si nota alcun miglioramento nella nitidezza delle righe, l'intercalamento è cattivo.

6. Resa dei toni di grigio.

Si noti anzitutto che la zona racchiusa dal cerchio (6) e quella esterna al cerchio (5) hanno il fondo uniformemente grigio: ciò allo scopo di portare il valore medio del segnale a un livello prossimo alla metà del valore di picco. In tal modo, un sistema televisivo regolato sull'immagine campione potrà funzionare soddisfacentemente sulle immagini del programma normale.

La resa dei grigi è controllata dalla scala (20), che porta nove gradazioni di grigio sul fondo bianco. Nell'ipotesi che il sistema televisivo abbia una caratteristica complessiva di trasduzione lineare, la scala (20) presenta all'osservatore una successione di sensazioni crescenti linearmente. Dato che la curva di sensibilità dell'occhio è logaritmica con lo stimolo, l'illuminanza dello schermo è in progressione esponenziale: pertanto è costante il rapporto della illuminanza di due elementi adiacenti della scala. Il segnale elettrico applicato a un cinescopio deve però essere predistorto per tener conto della curva di trasduzione del cinescopio stesso. Tale curva varia secondo i tipi di tubi, ma può ritenersi in generale rappresentabile con una parabola di ordine 2,5. Il segnale corrispondente all'immagine campione è quindi corretto (prima della trasmissione) in un amplificatore avente una curva di trasduzione parabolica con ordine 0,4. Il rapporto fra l'illuminanza del massimo bianco e quella del massimo nero è di circa 16. Questo valore di dinamica tonale è raggiungibile, nei cinescopi, anche per contrasto su piccola area.

(236)

LE CALCOLATRICI ELETTRONICHE NUMERICHE MODERNE

DOTT. ING. FRANCO PINOLINI
del Dip. Esperienze della FIAT

SOMMARIO — Premesse alcune notizie di carattere generale sul funzionamento delle calcolatrici elettroniche numeriche e sulla rappresentazione dei numeri e delle istruzioni con impulsi di tensione, si descrivono un codice di istruzioni ed il modo di preparare i programmi di calcolo, fornendo alcuni esempi elementari di programmazione. Si esaminano successivamente le possibilità di applicazione delle calcolatrici elettroniche numeriche alla soluzione dei problemi dell'ingegneria e l'organizzazione ed il funzionamento di un Centro per Calcoli tecnici.

1. Introduzione.

Chiunque, specialmente in questi ultimi anni, ha ormai sentito parlare di « cervelli elettronici » capaci di eseguire calcoli numerici con sorprendente rapidità. In realtà, non si tratta di « cervelli » ma molto più semplicemente di macchine calcolatrici le cui possibilità e velocità di calcolo sono state enormemente aumentate dalla sostituzione completa degli organi tradizionali, quasi puramente meccanici, con circuiti elettronici. Sono queste le *« macchine calcolatrici elettroniche numeriche»* che hanno caratteristiche e offrono possibilità di impiego molto diverse e più vaste di quelle di tipo *analogico* di cui un esemplare è stato recentemente descritto su questa rivista ([1]).

Gran parte dei criteri che ispirano il progetto delle calcolatrici elettroniche numeriche moderne sono stati enunciati più di 100 anni fa da Charles Babbage, un inglese, professore di matematica all'Università di Cambridge. Babbage dedicò tutta la sua vita e la sua fortuna alla costruzione di una macchina calcolatrice, senza riuscirvi per le difficoltà insuperabili di realizzare con mezzi esclusivamente meccanici quello che aveva ideato. Soltanto il grande sviluppo della tecnica elettronica, avvenuto durante l'ultima guerra mondiale, offrì mezzi adatti a costruire finalmente macchine calcolatrici capaci di tutto quello che Babbage aveva previsto.

La costruzione della prima calcolatrice numerica interamente elettronica fu terminata negli Stati Uniti nell'estate del 1946; alla calcolatrice fu dato il nome di E.N.I.A.C. (Electronic Numerical Integrator And Computer). Oggi, dopo circa 9 anni, esistono o sono in costruzione in tutto il mondo libero probabilmente più di 150 calcolatrici diverse, ciascuna affidata a gruppi di specialisti riuniti in laboratori di Università oppure di Ditte private.

I Paesi all'avanguardia nel campo delle calcolatrici elettroniche sono gli Stati Uniti d'America e l'Inghilterra. In quest'ultimo paese si cominciarono a costruire le prime calcolatrici elettroniche nel 1947 e gli studi si svilupparono particolarmente in due centri universitari: Cambridge e Manchester.

Non è certo ancora possibile affermare che le calcolatrici elettroniche sono uscite completamente dalla fase sperimentale; infatti, la maggior parte di esse è ancora nelle mani degli stessi costruttori. Tuttavia il lavoro di calcolo compiuto in questi anni con le calcolatrici esistenti è di enorme importanza in sè e per sè ma forse più ancora per le possibilità di sviluppo che lascia intravedere per il futuro in tutti i campi della scienza e della tecnica.

Questo articolo si propone di informare i lettori, nel modo più semplice possibile, sulle calcolatrici elettroniche numeriche, con particolare riguardo a quelle che servono per i calcoli scientifici e tecnici. Le notizie di carattere generale sulla costituzione e sul funzionamento delle calcolatrici sono ridotte all'indispensabile mentre è stato dato uno sviluppo maggiore ai paragrafi che riguardano la programmazione dei calcoli, il modo di usare le calcolatrici e le loro possibilità di impiego per risolvere i problemi tecnici in generale.

2. Generalità sulle calcolatrici elettroniche numeriche.

Quando si scrive un numero, per es.: 981, i simboli 9, 8 ed 1 si chiamano le cifre del numero ed un dispositivo, capace di operare su ciascuna delle cifre che compongono i numeri e di registrare i risultati ottenuti, prende il nome di « macchina calcolatrice numerica ».

Le macchine calcolatrici numeriche moderne sono quasi interamente costituite da circuiti elettronici e possiedono due caratteristiche molto importanti. La prima è la capacità di eseguire calcoli numerici lunghi e complicati in modo completamente automatico, secondo istruzioni molto precise fornite in forma adatta. La seconda caratteristica è la versatilità; infatti la stessa macchina può essere usata per risolvere problemi di tipo completamente diverso l'uno dall'altro ([2]).

Per esempio con la stessa calcolatrice, si possono calcolare i valori di una funzione dalla espressione del suo sviluppo in serie di potenze, risolvere sistemi di molte equazioni lineari, integrare per tronchi equazioni differenziali di qualsiasi tipo, ecc. Per queste loro proprietà le calcolatrici elettroniche moderne nei paesi anglosassoni sono definite: « general purpose, automatic, digital calculating machines ».

Le macchine calcolatrici numeriche possono risolvere soltanto problemi espressi in forma aritmetica, cioè costituiti da una successione di operazioni come l'addizione, la sottrazione, la moltiplicazione e la divisione ed in cui tutti i valori numerici necessari per iniziare i calcoli sono dati.

In alcuni casi, per esempio per problemi ammini-

([1]) PINOLINI F.: *Calcolatrice elettronica analogica ripetitiva.* « Elettronica », III, n. 4, 1954, p. 152.

([2]) Questa versatilità però è conseguenza della riduzione a forma aritmetica e numerica di tutti i problemi da risolvere. È merito dell'Analisi numerica se ciò può avvenire e la versatilità delle calcolatrici, conseguenza del fatto che esse sono calcolatrici numeriche.

strativi oppure di statistica, questa condizione è senz'altro soddisfatta. Tuttavia la maggior parte dei problemi matematici che si incontrano nella scienza e nella tecnica devono essere prima trasformati in problemi puramente aritmetici. Per esempio, per risolvere un integrale è necessario trasformarlo in una somma di termini finiti, per risolvere un'equazione differenziale bisogna sostituire differenze finite agli incrementi infinitesimi delle variabili e così via.

Molti di questi metodi numerici di soluzione sono noti da tempo ed il ramo della matematica che si occupa di questo tipo di problemi si chiama Analisi o Calcolo numerico. In questi ultimi anni tuttavia l'Analisi numerica ha compiuto ulteriori progressi dovuti allo stimolo prodotto dalla necessità di trovare nuovi metodi numerici particolarmente adatti per risolvere i problemi matematici con le calcolatrici elettroniche.

Per comprendere meglio le funzioni delle diverse parti di cui è costituita una calcolatrice moderna, conviene considerare prima un calcolatore umano che lavori a tavolino per risolvere un problema già trasformato in termini puramente aritmetici, con un metodo qualsiasi dell'analisi numerica.

Per lavorare, al nostro calcolatore occorre anzitutto una calcolatrice da tavolo, forse alcuni volumi di tavole di logaritmi oppure di qualche altra funzione, una matita oppure una penna ed un foglio di carta, su cui poter scrivere i risultati intermedi e quelli finali dei suoi calcoli, ed infine le istruzioni sul modo di eseguire i calcoli stessi.

Tutto questo è rappresentato in modo convenzionale in figura 1 che potrebbe intitolarsi lo schema di funzionamento di un calcolatore umano. Naturalmente si suppone che il calcolatore sia intelligente. Infatti calcolare è un po' un'arte ed il calcolatore probabilmente non riuscirebbe a portare a termine con successo i suoi calcoli se fosse incapace di interpretare le istruzioni ricevute, secondo i risultati che ottiene via via e di modificare il procedimento, se necessario.

Le calcolatrici elettroniche moderne sono in grado, sia pure con qualche limitazione, di sostituirsi completamente al calcolatore umano considerato prima, ottenendo gli stessi risultati molto più rapidamente, cioè in un tempo che si può ritenere, a seconda dei problemi, da 200 a 1000 volte minore.

Per poter eseguire tutte le operazioni proprie di un calcolatore umano, le calcolatrici elettroniche possiedono:

a) un gruppo di circuiti capaci di eseguire le comuni operazioni dell'aritmetica. Gli anglosassoni chiamano « Arithmetic Unit » questa parte della calcolatrice;

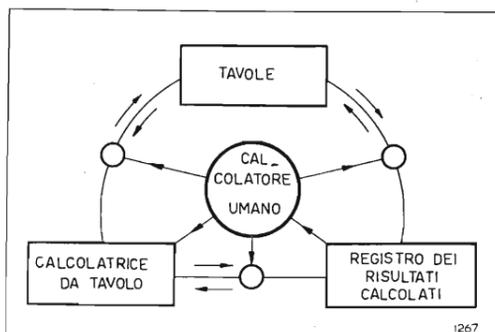



Fig. 1. — Schema dell'organizzazione di un calcolo numerico eseguito da un calcolatore umano.

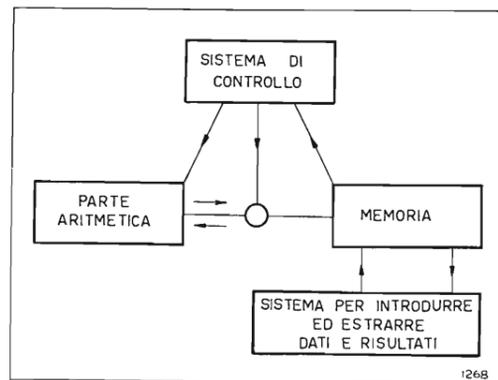



Fig. 2. — Schema di funzionamento di una calcolatrice elettronica numerica.

b) una « memoria » (Store) per conservare i numeri che occorrono per i calcoli e le istruzioni che servono per eseguirli;

c) un sistema di circuiti di controllo (Control Unit) tale da dotare la calcolatrice della possibilità di eseguire le istruzioni e di una apparente capacità di giudizio che permette alla macchina di scegliere, secondo criteri ben definiti e stabiliti inizialmente, tra alcune possibilità diverse di svolgere i calcoli;

d) un dispositivo (Input Unit) che permette di introdurre nella calcolatrice i dati e le istruzioni necessarie per eseguire i calcoli ed un altro dispositivo analogo (Output Unit) che permette l'operazione inversa, cioè quella di ottenere dalla macchina i risultati dei calcoli.

In figura 2 è rappresentato lo schema di una calcolatrice composta delle parti che sono state elencate, ciascuna rappresentata in modo convenzionale con un rettagolo.

Confrontando la figura 2 con la figura 1 è facile vedere la corrispondenza che esiste tra ciascuna parte componente i due schemi e capire perchè le calcolatrici elettroniche moderne sostituiscono, fino ad un certo livello, in tutte le loro funzioni, i calcolatori umani.

Infatti la parte aritmetica (Arithmetic Unit) della macchina calcolatrice (fig. 2) sostituisce la calcolatrice da tavolo dello schema di figura 1 mentre la « memoria » (Store), in cui si registrano i numeri e le istruzioni necessarie per eseguire i calcoli, sostituisce il foglio di carta ed i volumi di tavole usati dal calcolatore umano. Infine il sistema di controllo (Control Unit) assolve le funzioni più proprie del calcolatore umano, cioè regola la successione ed, entro certi limiti, la scelta delle operazioni da eseguire sui dati del problema.

Naturalmente il potere di discriminazione di cui può essere capace un calcolatore umano, supera di gran lunga quello che può essere esercitato automaticamente dai circuiti di controllo delle calcolatrici di oggi e probabilmente ancora per molti anni, anche di quelle future, almeno secondo le previsioni che si possono fare in base allo stato attuale della tecnica e della scienza.

Il potere di discriminazione e, come si vedrà più avanti, la « capacità » della memoria a contenere dati, costituiscono i punti deboli delle macchine calcolatrici elettroniche di oggi, senza tuttavia limitare seriamente il loro impiego. Si fanno rilevare tali limitazioni soltanto per notare ancora una volta come sia eccessivo il nome dei « cervelli » con cui sovente si chiamano le calcolatrici medesime.

3. La rappresentazione dei numeri e delle istruzioni nelle calcolatrici elettroniche numeriche.

Nelle calcolatrici elettroniche i numeri e le istruzioni sono rappresentati da successioni di impulsi di tensione generati da un oscillatore centrale (Master Clock).

Ciascun impulso assume il significato stabilito quando è riferito, dai circuiti della calcolatrice, ad alcuni segnali campione che sono anch'essi delle successioni formate da impulsi di tensione generati dall'oscillatore centrale e distanti gli uni dagli altri di intervalli di tempo costanti e sottomultipli di quelli che separano gli impulsi che rappresentano le cifre dei numeri e delle istruzioni.

La durata di ciascun impulso che rappresenta una cifra varia, secondo il tipo di calcolatrice, da 1 a 3 microsecondi (μ s) e la frequenza di ripetizione è compresa di solito tra 300 k Hz circa ed 1 MHz.

Il modo di rappresentare i numeri e le istruzioni nelle calcolatrici elettroniche numeriche è identico ad alcuni di quelli usati nel campo delle comunicazioni elettriche, per trasmettere le informazioni. È quindi comprensibile che la costruzione di calcolatrici numeriche capaci di sostituire completamente i calcolatori umani sia stata resa possibile dal grande progresso compiuto dai sistemi di comunicazione durante l'ultima guerra mondiale.

D'altra parte, sotto un certo aspetto, il funzionamento delle calcolatrici elettroniche stesse non è poi molto più sorprendente del funzionamento di un centralino telefonico. Anche in questo caso, i numeri che rappresentano l'indirizzo convenzionale di ogni abbonato sono rappresentati ciascuno da una successione di impulsi di tensione, che si producono quando si manovra il disco combinatore. Gli impulsi di tensione provocano a loro volta il moto dei contatti mobili dei relé del centralino telefonico stabilendo la connessione richiesta.

Molti dei circuiti di controllo delle calcolatrici funzionano in modo perfettamente analogo; soltanto gli impulsi di tensione non azionano relé, ma tubi elettronici che ne riproducono esattamente le funzioni con rapidità molto maggiore.

La chiamata dell'abbonato è sostituita dalla messa in funzione di quegli organi della calcolatrice che devono eseguire l'operazione elementare desiderata e la conversazione coll'abbonato, dall'esecuzione dell'operazione elementare medesima.

Nella maggior parte delle calcolatrici elettroniche, soprattutto in quelle usate per risolvere problemi scientifici, per rappresentare i numeri si usa il sistema binario, invece di quello decimale ([3]). Questo perchè, con il sistema binario, il numero di impulsi necessario per rappresentare ciascun numero non è molto elevato ed i circuiti delle calcolatrici diventano più semplici.

Nel sistema binario esistono infatti soltanto le cifre 0 ed 1 che possono essere fatte corrispondere per esempio ai due stati stabili di conduzione e di interdizione dei tubi elettronici oppure alle due condizioni possibili di contatti chiusi o aperti dei relé, e così via. La rappresentazione binaria dei numeri è quindi quella che meglio si adatta alle caratteristiche dei componenti i circuiti delle calcolatrici che sono essi stessi, se così si può dire, di natura binaria. Inoltre, anche l'interpretazione delle successioni di impulsi che rappresentano i numeri è più semplice, perchè le cifre di ciascun numero sono 0 oppure 1 se nell'istante considerato esiste o no l'impulso di tensione corrispondente.

Un esempio faciliterà la comprensione del modo di rappresentare i numeri nel sistema binario con una successione di impulsi. La figura 3 è la successione di

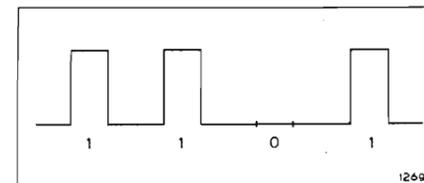



Fig. 3. — Successione di impulsi di tensione equivalente al numero decimale 13 espresso in forma binaria.

impulsi di tensione che, nel sistema binario, rappresenta il numero decimale 13. Infatti nel sistema decimale, il numero considerato equivale a:

$1 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$; usando il sistema binario, lo stesso numero, espresso come somma di potenze di 2, risulta: $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = (8+4+1=13) = 1101$ con la notazione binaria. Ricordando che la presenza di un impulso equivale alla cifra 1 e l'assenza alla cifra 0, è evidente che la successione di impulsi di figura 3 può rappresentare in forma binaria il numero 13.

L'uso del sistema binario non costituisce una preoccupazione per chi si serve delle calcolatrici e non costringe affatto a trasformare in simboli binari i dati dei problemi da risolvere. Infatti le calcolatrici sono opportunamente « istruite » a trasformare in forma binaria i dati ricevuti espressi in forma decimale e viceversa, terminati i calcoli, ad esprimere in numeri decimali i risultati ottenuti.

Si è già detto all'inizio del paragrafo che le istruzioni sono rappresentate, come i numeri, da successioni di impulsi di tensione. Le istruzioni sono quindi anch'esse dei particolari numeri che hanno un significato speciale, cioè indicano una operazione elementare da compiere in un codice noto a coloro che usano la calcolatrice.

Da parte sua la calcolatrice è in grado di distinguere le istruzioni dai numeri per opera degli impulsi di riferimento generati dall'oscillatore centrale (Master Clock).

Poichè i numeri e le istruzioni per eseguire i calcoli sono rappresentati nello stesso modo, entrambi sono registrati nella stessa memoria della calcolatrice.

Gli impulsi che rappresentano le istruzioni, individuate come tali dagli impulsi del generatore centrale, sono mandati ai circuiti di controllo (Control Unit), mentre gli impulsi che rappresentano i numeri sono inviati, attraverso conduttori separati, alla parte aritmetica della calcolatrice.

L'identità di rappresentazione dei numeri e delle istruzioni e la possibilità che ne deriva di registrarli entrambi nella stessa memoria, hanno una conseguenza importantissima. Con semplici operazioni aritmetiche è infatti possibile far modificare dalla calcolatrice medesima secondo i risultati dei calcoli in corso,

([3]) SAIJA L.: *Principi elementari di conteggio impiegati nelle calcolatrici elettroniche*. « Elettronica », I, n. 5, 1952, p. 232.

le istruzioni date inizialmente. Si può quindi intuire come, usando opportunamente questa possibilità, sia stato possibile dotare le calcolatrici elettroniche moderne di quella apparente capacità di giudizio, indispensabile per sostituire completamente i calcolatori umani, di cui si è parlato nel paragrafo precedente.

4. Tipi di „ memoria " delle calcolatrici elettroniche numeriche.

La « memoria » è la parte principale e più costosa delle calcolatrici moderne. Le sue caratteristiche più importanti sono due e cioè:

a) il numero dei « posti » disponibili (Storage Capacity) e

b) il « tempo di accesso » (Access Time) cioè il tempo che occorre per registrare oppure per ottenere i dati registrati in ciascuno dei « posti » della memoria.

Il « tempo di accesso » deve essere di valore paragonabile alla durata delle operazioni elementari della calcolatrice. Infatti, se fosse troppo lungo, i calcoli sarebbero eccessivamente rallentati mentre, nel caso opposto, i vantaggi di avere una memoria ad accesso rapido sarebbero annullati dalla lentezza di esecuzione di tutte le altre operazioni elementari.

Il costo di una memoria è tanto più alto quanto più, a parità di posti, è piccolo il « tempo di accesso » e, a parità di quest'ultimo, grande il numero dei « posti ».

I valori del « tempo di accesso » e del numero di « posti » variano quindi molto da una calcolatrice all'altra. Come valori estremi i « tempi di accesso » delle memorie esistenti si possono ritenere compresi tra 1 μ s ed 1 s ed il numero di « posti » tra qualche decina ed 1 milione.

Le memorie delle calcolatrici elettroniche si possono dividere in due grandi categorie e cioè in memorie « statiche » ed in memorie « dinamiche ». Alle prime appartengono per esempio memorie costituite da dischi, tamburi o nastri magnetici, su cui le cifre delle istruzioni e dei numeri sono registrati sotto forma di piccolissime zone magnetizzate o no secondo che la cifra è 1 oppure 0.

La magnetizzazione locale del materiale magnetico che costituisce la superficie dei dischi, dei tamburi ecc., si mantiene indefinitamente nel tempo; questo tipo di memoria è quindi fisso o statico.

Al contrario, nelle memorie di tipo dinamico, la registrazione degli impulsi che rappresentano i numeri, è transitoria e pertanto il contenuto della memoria deve essere rinnovato periodicamente.

A quest'ultima categoria di memorie appartengono per esempio le così dette « linee di ritardo » che sono dei conduttori speciali, di solito colonne di mercurio, in cui gli impulsi di tensione che rappresentano i numeri e le istruzioni sono trasformati in impulsi di pressione che si propagano nel mezzo che costituisce la linea con velocità molto minore di quella con cui gli impulsi di tensione si propagano nei conduttori elettrici della calcolatrice.

Per la trasformazione degli impulsi di tensione in impulsi di pressione all'ingresso delle linee di ritardo a mercurio e per la trasformazione inversa all'uscita, si usano come trasduttori due quarzi piezoelettrici, ciascuno immerso nel mercurio e posto ad una delle due estremità della linea.

Ciascuno impulso di tensione, all'uscita della linea

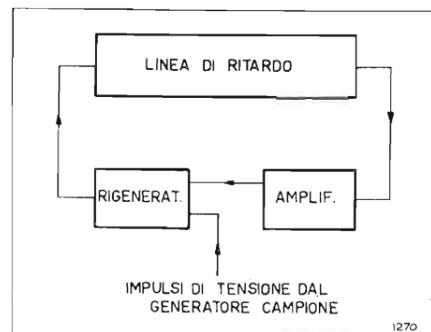



Fig. 4. — Schema di funzionamento di una « memoria » a linea di ritardo.

di ritardo, è amplificato e riportato alla forma iniziale per confronto con un corrispondente impulso campione del generatore centrale. Dopo queste operazioni, gli impulsi provenienti dall'uscita della linea di ritardo sono rimandati all'ingresso della medesima ed il ciclo descritto ricomincia.

In figura 4 è rappresentato lo schema di funzionamento di una linea di ritardo; usando mercurio a 20 C° il ritardo è di circa 7 μs per ogni cm di lunghezza della linea.

Se questa lunghezza è scelta in modo che ciascun impulso che rappresenta una cifra binaria si propaghi da un estremo all'altro in un intervallo di tempo che sia multiplo secondo un numero intero N di quello che separa ciascun impulso dal successivo, nel circuito di figura 4 possono circolare, cioè possono essere registrati, N impulsi di tensione cioè N cifre binarie distinte.

Nelle linee di ritardo più lunghe si possono registrare di solito al massimo 500 impulsi cioè circa 500 cifre e quindi per raggiungere il numero di « posti » voluto e formare così una memoria della capacità usata comunemente in calcolatrici di medie dimensioni, si deve usare più di una linea di ritardo.

5. Il codice delle istruzioni per le calcolatrici elettroniche numeriche.

Qualunque sia il tipo di memoria che si usa, essa deve avere « posti » (Storage Locations) identificabili e quindi numerati. Il numero che distingue ciascun « posto » della memoria, di solito è chiamato « indirizzo » (Address).

Per comodità di indicherà con $C(n)$ il « contenuto » del posto della memoria di cui il numero n è l'indirizzo.

Come già detto, si chiama inoltre « istruzione » oppure « ordine » ciascuna operazione elementare che si comanda alla calcolatrice di eseguire.

Poichè le istruzioni ed i numeri sono rappresentati entrambi da successioni di impulsi registrati nella stessa memoria, gli anglosassoni chiamano « Word » (parola) il contenuto generico di un posto qualsiasi della memoria, di indirizzo n.

Esistono due forme principali di istruzioni che per chiarezza, è meglio illustrare con un esempio.

Si supponga di dover sommare il contenuto dei posti n_1 ed n_2 della memoria e di voler registrare nel posto n_3 il risultato ottenuto.

Questa operazione può essere fatta usando una « istruzione » sola, scritta simbolicamente così:

[1] $$C\ (n_1) + C\ (n_2) \text{ a } n_3 .$$

Lo stesso risultato può invece essere ottenuto con una successione di alcuni ordini distinti.

Se infatti, come è la regola, la parte aritmetica della calcolatrice è dotata di un registratore capace di registrare il risultato dei calcoli compiuti, l'operazione desiderata può essere eseguita usando tre istruzioni distinte e cioè:

	Istruzioni	*Contenuto del Registratore*
	$C(n_1)$ al Registratore	C (Registratore) $= n_1$
[2]	$C(n_2)$ al Registratore	C (Registratore) $= n_1 + n_2$
	C (Registratore) a n_3	C (Registratore) $= 0$; $C\ (n_3) = n_1 + n_2$

L'istruzione unica [1] indica l'indirizzo di tre posti della memoria, mentre ciascuna delle istruzioni [2] contiene l'indirizzo di un solo posto della memoria. Pertanto i tipi di istruzione [1] e [2] prendono rispettivamente il nome di « istruzioni a tre indirizzi » e di « istruzioni ad un indirizzo ».

Ciascuna istruzione definisce una operazione che la calcolatrice deve eseguire; però è anche necessario che sia determinata la successione in cui le operazioni medesime devono essere compiute. Terminata cioè ciascuna operazione, la calcolatrice deve essere in grado di scegliersi l'istruzione relativa alla operazione successiva.

Affinchè questo avvenga si possono seguire due metodi.

Il primo è quello di includere in ciascuna istruzione anche l'indirizzo della successiva; se l'istruzione della operazione da compiere è già del tipo [1], cioè a tre indirizzi, ne risulta una istruzione a quattro indirizzi.

Il metodo più usato però è un altro, cioè quello di registrare le istruzioni nella memoria in « posti » numerati nello stesso ordine in cui le istruzioni stesse devono essere eseguite dalla calcolatrice (Serial Storage of Instructions). In questo caso l'indirizzo di ciascuna istruzione è registrato, mentre essa viene eseguita, da un registratore apposito (Current Instruction Register), il cui contenuto è aumentato di una unità appena la calcolatrice ha terminato di eseguire ciascuna istruzione. Il contenuto del registratore serve per scegliere l'istruzione successiva che la calcolatrice deve eseguire. Pertanto è necessario specificare con precisione l'indirizzo di ciascuna istruzione successiva a quella che la calcolatrice sta eseguendo, soltanto quando si desidera che la calcolatrice cessi di obbedire alle istruzioni nell'ordine in cui queste ultime sono state registrate nella memoria.

È poi intuitivo che la forma delle istruzioni ed il modo adottato per scegliere ciascuna istruzione successiva a quella in corso di esecuzione, determina il tipo dei circuiti di controllo della calcolatrice.

Il codice in cui sono espresse le istruzioni varia da una calcolatrice all'altra; per parlarne in modo comprensibile è quindi indispensabile riferirsi a quello di una calcolatrice determinata.

Un codice particolarmente semplice è quello della calcolatrice elettronica dell'Università di Cambridge, l'E.D.S.A.C. (Electronic Delay Storage Automatic Computer). In questa calcolatrice, che usa un codice ad un solo indirizzo, ciascuna istruzione è formata da una lettera dell'alfabeto che indica il tipo di operazione da eseguire (A per l'addizione, S per la sottrazione, T per il trasferimento di un dato da una parte all'altra della calcolatrice, ecc.) seguita dall'indirizzo del posto della memoria a cui l'operazione stessa si riferisce. Il numero che rappresenta l'indirizzo contenuto in ciascuna istruzione è seguito dalla lettera F che serve ad indicare alla calcolatrice che l'istruzione è terminata.

Alcune tra le principali « istruzioni » scritte nel codice della E.D.S.A.C. sono elencate qui di seguito; n è il numero del « posto » della memoria a cui l'istruzione si riferisce.

$A\ n\ F$ - Sommare il numero registrato nel posto n della memoria a quello contenuto nel registratore della parte aritmetica che registra le somme e le differenze.

$S\ n\ F$ - Sottrarre il numero registrato nel posto n della memoria da quello contenuto nel registratore della parte aritmetica che registra le somme e le differenze.

$H\ n\ F$ - Trasferire il numero contenuto nel posto n della memoria al registratore del moltiplicatore della parte aritmetica.

$V\ n\ F$ - Moltiplicare il numero registrato nel posto n della memoria per quello contenuto nel registratore del moltiplicatore e sommare il risultato al numero registrato nel registratore che registra le somme e le differenze.

$T\ n\ F$ - Trasferire il numero contenuto nel registratore delle somme e differenze nel posto n della memoria (sostituendovi quello eventualmente registrato colà) ed azzerare il contenuto del registratore delle somme e differenze.

$G\ n\ F$ - Se il numero registrato nel registratore delle somme e delle differenze è negativo, eseguire l'istruzione registrata nel posto n della memoria; altrimenti eseguire le istruzioni nell'ordine in cui sono registrate nella memoria.

Quest'ultima istruzione è una di quelle che permettono alle calcolatrici di variare il procedimento di calcolo secondo i risultati che si ottengono via via, facoltà indispensabile per poter sostituire completamente i calcolatori umani.

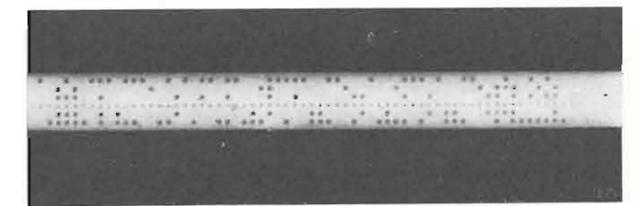



Fig. 5. — Spezzone di nastro su cui sono perforate alcune istruzioni.

Le lettere ed i numeri relativi a ciascuna istruzione sono rappresentati da tre gruppi di un massimo di cinque fori ciascuno, perforati l'uno accanto all'altro su un nastro di carta uguale a quello impiegato dalle comuni telescriventi. La figura 5 rappresenta uno spezzone di nastro su cui sono perforate alcune istruzioni, pronte per essere introdotte nella calcolatrice.

6. La preparazione dei calcoli per le calcolatrici elettroniche numeriche.

a) Alcuni esempi molto semplici di programmi.

La preparazione dei calcoli per una calcolatrice elettronica numerica può essere distinta in due parti di cui la prima di solito si chiama « programmazione » e la seconda « traduzione in codice ».

Il programma è l'elenco ordinato delle operazioni che la calcolatrice deve eseguire; a ciascuna operazione corrispondono una o più istruzioni che devono successivamente essere tradotte nel codice particolare della calcolatrice che si usa.

La traduzione del programma in codice è indispensabile per poter preparare il nastro oppure le schede perforate con cui di solito si introducono nelle calcolatrici le istruzioni ed i dati del problema.

Se i calcoli sono semplici, la programmazione e la traduzione in codice possono avvenire contemporaneamente, cioè il programma può essere scritto direttamente in codice. Tuttavia, in generale, per calcoli piuttosto complessi, è conveniente fare le cose in due tempi successivi.

Un esempio di programma molto semplice, scritto nel codice della E.D.S.A.C. di cui si è detto nel paragrafo precedente, è quello che segue, relativo al calcolo della espressione $a\,(x + y\,z)$ in cui a, x, y e z sono numeri assegnati.

Usando la solita notazione $C(n)$ per indicare il « contenuto » del « posto » n della memoria, si supponga che sia $C(1) = a$, $C(2) = x$, $C(3) = y$ e $C(4) = z$, cioè che a sia registrato nel posto 1 della memoria, x in quello 2 e così via.

Le istruzioni necessarie per eseguire il calcolo della espressione $a\,(x + y\,z)$ sono le seguenti:

A 2 *F* - x è trasferito dalla memoria nel registratore di somma e sottrazione.

H 3 *F* - y è trasferito dalla memoria nel registratore del moltiplicatore.

V 4 *F* - Nel registratore del moltiplicatore si forma il prodotto yz che viene sommato al contenuto del registratore di somma e sottrazione che contiene già x. In quest'ultimo registratore si forma quindi la somma $x + y\,z$.

T 5 *F* - Il contenuto del registratore di somma e sottrazione è trasferito nel posto 5 della memoria (per registrazione temporanea); contemporaneamente si azzera il contenuto del registratore di somma e sottrazione.

H 1 *F* - a è trasferito dalla memoria nel registratore del moltiplicatore.

V 5 *F* - Nel registratore del moltiplicatore si forma il prodotto $a\,(x + yz)$ che viene trasferito al registratore di somma e sottrazione. Essendo zero il contenuto di quest'ultimo, nel registratore citato si trova quindi il risultato desiderato.

Un altro esempio molto semplice di programma illustra l'uso dell'istruzione indicata con la lettera *G*, che permette alla calcolatrice di scegliere tra due possibilità diverse di trovare l'istruzione successiva a quella in corso di esecuzione.

Si supponga di voler sostituire il numero registrato nel posto 0 della memoria, col suo valore assoluto. Il programma di questa semplice operazione è il seguente:

Numero del posto in cui è registrata l'istruzione	Istruzione e sua spiegazione	
10	*S* 0 *F*	il numero contenuto nel posto 0 della memoria è registrato cambiato di segno nel registratore di somma e sottrazione.
11	*G* 13 *F*	se il numero contenuto nel registratore di somma e sottrazione è negativo saltare a 13, altrimenti eseguire l'ordine successivo;
12	*T* 0 *F*	il numero contenuto nel registratore di somma e sottrazione è positivo e quindi può essere trasferito senz'altro nel posto 0 della memoria;
13	*T* 1 *F*	il numero contenuto nel registratore di somma e sottrazione cambiato di segno rispetto a quello registrato in 0, è negativo. Quindi, nel posto 0, si trova già il valore assoluto desiderato. Pertanto il contenuto del registratore è trasferito al posto 1 della memoria, usato come « posto di scarto ». Quest'ultimo ordine ha l'unico scopo di azzerare il registratore di somma.

Come si vede, l'uso dell'ordine *G* impone di considerare anche il numero del posto della memoria in cui è registrata ciascuna istruzione.

L'ordine *G* permette inoltre di fare eseguire più volte la stessa successione di istruzioni.

L'esempio che segue mostra come è possibile ottenere che la calcolatrice ripeta cinque volte di seguito la stessa successione di istruzioni.

Si suppone che sia $C(1) = 5$ e $C(2) = 1$ e si omette per brevità la spiegazione dettagliata di ciascuna istruzione.

Numero del posto in cui è registrata l'istruzione	Istruzioni	
10	*S* 1 *F*	
11	*T* 0 *F*	
12	....	Successione di p istruzioni da ripetere 5 volte.
.....	....	
.....	....	
.....	....	
$12 + p$	*A* 0 *F*	
$13 + p$	*A* 2 *F*	
$14 + p$	*G* 11 *F*	

Il posto 0 della memoria è usato come contatore ed il numero registrato inizialmente in esso è -5. Al termine di ciascuna ripetizione della successione delle p istruzioni, il contenuto del posto 0 è aumentato di una unità. L'ordine *G* verifica il segno della somma e finchè il segno è negativo sceglie l'istruzione numero 11 come successiva. Quando la somma contenuta nel posto 0 diventa nulla, la successione delle p istruzioni cessa di essere ripetuta e la calcolatrice può procedere all'istruzione successiva a quella numerata $14 + p$ nel programma considerato.

Sovente può capitare di dover ripetere più volte la stessa successione di istruzioni, però ogni volta con una leggera variante. Questo può essere ottenuto facilmente perchè le istruzioni sono anch'esse dei numeri e quindi si possono modificare aggiungendovi costanti di valore adatto. Risparmiamo al lettore un altro programma completo, che illustri come usare questa possibilità; ci basta averla segnalata.

b) Subroutines.

Se ogni volta che si « programma » la soluzione di un problema fosse necessario riscrivere le istruzioni per ciascuna moltiplicazione, somma ecc. nel modo dettagliato che si è visto negli esempi molto semplici del paragrafo precedente, il lavoro di programmazione sarebbe veramente molto lungo e noioso. Fortunatamente è possibile ridurlo se si possiede una raccolta di programmi già fatti per eseguire le operazioni numeriche più importanti e più frequenti. Questi programmi già fatti prendono il nome di « subroutines ».

Affinchè la raccolta delle « subroutines » possa essere utile, è indispensabile che le « subroutines » medesime siano costruite in modo tale da poter essere usate in un gran numero di casi diversi.

Per esempio la successione delle istruzioni necessarie per trovare il modulo di un numero che è stata considerata in uno degli esempi del paragrafo precedente, non sarebbe molto adatta così come è per far parte di una raccolta di subroutines. Infatti essa potrebbe essere usata soltanto per trovare il modulo di un numero registrato in un certo « posto » della memoria, nell'esempio considerato, nel « posto » 0. Inoltre le istruzioni della successione devono esse stesse essere registrate in posti determinati della memoria, dal posto 10 a quello 13 nell'esempio considerato.

Il programma dell'esempio considerato diventa invece adatto per essere usato come « subroutine » se è tale da permettere di sostituire il modulo al numero registrato in un posto non più determinato ma qualsiasi h della memoria. h è un « parametro » che può assumere un valore qualunque che diventa definito soltanto quando la subroutine considerata fa parte di un programma completo relativo alla soluzione di un problema che, per essere risolto, richiede ad un certo punto che il numero registrato nel posto qualsiasi h della memoria sia sostituito dal suo modulo.

L'esempio considerato è in realtà troppo semplice perchè valga la pena di preparare una subroutine per sostituire un numero registrato in un posto della memoria col suo valore assoluto. Invece il vantaggio di avere una subroutine già pronta è evidente per esempio se si pensa di dover calcolare la serie di potenze $\sum_{i=1}^{n} a_i\, x^i$.

In una subroutine adatta per questo, i coefficienti a_i sono numeri registrati nei posti qualsiasi della memoria h, $h + 1$, $h + 2$, ... $h + n$-1 dove h ed n sono parametri determinati soltanto quando la subroutine diventa parte di un programma più complesso.

Non è possibile e probabilmente nemmeno opportuno spiegare dettagliatamente in che modo nel codice della E.D.S.A.C. sono costruite subroutines di questo tipo generale e con quali istruzioni si inseriscono nei programmi completi. Avvertiamo soltanto che la possibilità di costruirle e di inserirle deriva sempre dal fatto che le istruzioni sono anch'esse dei numeri e quindi sono modificabili con semplici operazioni aritmetiche come i numeri veri e proprii.

Le subroutines della E.D.S.A.C. sono registrate sotto forma di nastri perforati e si inseriscono, copiandole al posto giusto con dei duplicatori elettromeccanici, sui nastri di ciascuno dei programmi completi che ne richiedono l'uso.

I valori dei parametri sono perforati sul nastro del programma principale immediatamente prima della subroutine a cui si riferiscono e sono inseriti nella subroutine durante l'introduzione del programma completo nella calcolatrice, prima che le istruzioni siano registrate nei posti assegnati della memoria.

Questa inserzione è eseguita automaticamente dalla calcolatrice stessa, che è opportunamente « istruita » a farlo.

c) Un esempio di raccolta di « subroutines ».

Per poter usare con successo una calcolatrice elettronica numerica è indispensabile possedere una vasta raccolta di subroutines.

Per precisare meglio il significato di questo aggettivo è forse utile un rapido elenco del contenuto della raccolta di subroutines preparate dai matematici e programmatori del Laboratorio di Matematica dell'Università di Cambridge per la loro calcolatrice, l'E.D.S.A.C.

Le subroutines della raccolta si possono dividere in alcuni gruppi.

Al primo di essi appartengono diverse subroutines per leggere i numeri dal nastro perforato e registrarli nella memoria. Alcune sono adatte per operare su numeri interi ed altre per operare su frazioni decimali, alcune servono per numeri isolati, altre per successioni di numeri, qualche altra serve soltanto per numeri positivi ed infine alcune operano altrettanto bene su numeri positivi e negativi. Tutte queste subroutines trasformano i numeri dalla forma decimale in cui essi sono rappresentati sul nastro perforato alla forma binaria che serve alla calcolatrice.

Esiste poi un altro gruppo di subroutines, simile a quello citato, che serve per l'operazione inversa a quella considerata, cioè per ottenere dalla calcolatrice i risultati dei calcoli.

Alcune di queste subroutines regolano anche la stampa dei risultati (in colonna, in colonne affiancate, ecc.).

Inoltre, non essendo la E.D.S.A.C. dotata di divisore, è stata studiata una subroutine speciale per eseguire la divisione.

Il secondo gruppo di subroutines è quello che permette di calcolare il valore di funzioni semplici e di uso molto comune, come per esempio le funzioni trigonometriche e le radici quadrate.

Il terzo gruppo di subroutines serve per calcolare funzioni più complesse. A questo gruppo appartengono le subroutines che permettono di calcolare il valore

numerico degli integrali e di risolvere sistemi di equazioni differenziali ordinarie.

Il gruppo forse più interessante di subroutines è però il quarto ed ultimo, di cui fanno parte le cosidette « interpretative subroutines » che permettono alla calcolatrice di « interpretare » in alcuni modi diversi, da scegliere di volta in volta, le istruzioni normali che altrimenti avrebbero il solito significato.

Questi tipi di subroutines sono molto utili quando si devono eseguire operazioni un po' diverse da quelle solite, come avviene per esempio se si devono eseguire calcoli sui numeri complessi.

Usando una subroutine interpretativa adatta, anche in questo caso le istruzioni possono essere scritte come se i numeri da trattare fossero reali anzichè complessi. Tuttavia le istruzioni sono « interpretate » dalla subroutine in modo tale da far eseguire le operazioni appropriate sulla parte reale e su quella immaginaria dei numeri complessi del problema.

Esistono anche subroutines interpretative da usare per quei casi in cui i numeri variano molto di grandezza durante i calcoli tanto da rendere necessario rappresentarli col prodotto di un numero minore dell'unità per una potenza di 10 come per es. $0{,}31846 \cdot 10^5$. Le subroutines interpretative da usare in questi casi fanno sì che la parte frazionaria del numero e le potenze di 10 che lo moltiplicano siano registrate e trattate separatamente dalla calcolatrice.

La raccolta di subroutines per la E.D.S.A.C. è il frutto di qualche anno di lavoro di numerosi specialisti di analisi numerica e di programmazione. Se ne è voluto parlare un po' diffusamente per mettere in evidenza la mole di lavoro fatto e farne notare l'assoluta necessità per permettere l'uso efficiente di una macchina costosa come è una moderna calcolatrice elettronica. Si ricordi infatti che, di solito, gran parte del primo anno di funzionamento delle calcolatrici elettroniche è speso per studiare subroutines da usare per comporre programmi completi. Soltanto dopo aver preparato una raccolta sufficiente di subroutines si può cominciare ad adoperare la calcolatrice per risolvere problemi effettivi.

7. L'uso delle calcolatrici elettroniche numeriche nel campo della tecnica.

a) Tipi di problemi risolubili.

Le calcolatrici elettroniche numeriche possono essere di grande utilità per risolvere i tre tipi fondamentali di problemi di calcolo che si devono affrontare nel campo della tecnica e cioè problemi di ricerca, di elaborazione di risultati sperimentali e problemi di progetto.

Questi ultimi sono stati citati al terzo posto non perchè siano i meno importanti, ma proprio perchè, essendo quelli più interessanti, meritano di essere considerati con attenzione maggiore. Infatti, l'uso delle calcolatrici elettroniche numeriche per risolvere i problemi di progetto, potrebbe portare a riduzioni, anche sorprendenti di costo e di tempo.

I problemi classificati coll'attributo di ricerca sono quelli costituiti dall'applicazione di principi fisici ben noti alla soluzione di casi tecnicamente interessanti. I problemi di calcolo che hanno così origine, sono talvolta tra i più difficili della matematica applicata e la loro risoluzione è spesso assai laboriosa, se non addirittura impossibile, con i metodi analitici comuni.

La risoluzione numerica è invece sempre possibile e soprattutto, usando strumenti di calcolo veloci come le calcolatrici moderne, cessa di costituire un ostacolo, sovente insormontabile, il numero delle equazioni da considerare, la eventuale non esistenza di una espressione analitica della soluzione ed anche, entro certi limiti, il numero di volte che occorre ripetere la soluzione per coprire il campo di valori che interessa.

L'elaborazione rapida di un grande numero di risultati sperimentali, per ottenere valori finali utili per i progettisti, è una esigenza di origine molto recente e dovuta al grande sviluppo della tecnica delle misure di tutti i tipi, avvenuto in questi ultimi anni. La necessità di elaborare rapidamente molti risultati sperimentali è per esempio particolarmente sentita nel campo delle costruzioni aeronautiche.

Di solito, i calcoli da eseguire su ciascuno dei dati sperimentali non sono molto complessi, ma il numero di risultati da elaborare è tale da rendere conveniente e talora indispensabile usare una calcolatrice elettronica per ottenere i valori che interessano, entro limiti di tempo convenienti.

I problemi di ricerca della tecnica e quelli di elaborazione dei risultati sperimentali, sono però simili a quelli della scienza pura ed applicata, campo nel quale le calcolatrici numeriche, già da qualche tempo, hanno cominciato a lavorare con risultati brillantissimi.

Caratteristico del campo tecnico è invece il problema di progetto, inteso come ricerca delle dimensioni « ottime » di quello che si vuole costruire.

L'aggettivo « ottimo » può avere significati diversi; uno dei più frequenti è per esempio quello che fa ritenere ottimo un progetto quando, essendo soddisfatte tutte le altre prescrizioni, il costo è minimo. È infatti ovvio che si può rappresentare il costo con qualche parametro tecnico del progetto ad esso proporzionale, per esempio il peso di materiale impiegato. Sotto questo particolare punto di vista, si può ritenere quindi « ottimo » il progetto di una struttura quando, essendo in grado di sopportare, con i coefficienti di sicurezza prescritti, i carichi assegnati, il suo peso e, di conseguenza, il suo costo sono minimi.

Pertanto, usando un linguaggio matematico, si può dire che il problema di progetto ottimo nella sua forma più generale è quello di rendere minima una funzione (nel caso più frequente il costo) dei diversi parametri a disposizione. Per determinare il progetto ottimo occorre cioè ripetere un numero sufficiente di volte lo stesso gruppo di calcoli, introducendo di volta in volta gli opportuni ritocchi ai valori iniziali dei parametri in modo da ottenere il risultato desiderato.

Questo procedimento è molto adatto per essere reso completamente automatico usando una calcolatrice elettronica numerica opportunamente « istruita » a ripetere i calcoli finchè basta, variando ogni volta i valori dei parametri a disposizione.

La velocità delle calcolatrici moderne è tale che la determinazione del progetto ottimo potrebbe certamente essere eseguita in un tempo limitato anche in casi molto complessi e quindi finora completamente al di fuori delle possibilità dei progettisti in carne ed ossa.

È quindi giustificato pensare che l'uso delle calcolatrici elettroniche per questo scopo, possa portare a risultati, anche inaspettati, nella riduzione del costo dei progetti finiti e permetta inoltre di ridurre grandemente, se non addirittura di eliminare quasi del tutto nei casi più favorevoli, il lavoro di messa a

punto, perchè già in sede di progetto, può essere possibile tener conto di gran parte di quello che, per ora, è affidato soltanto alla verifica sperimentale.

Negli Stati Uniti è stata usata di recente e con successo una calcolatrice elettronica per progettare obbiettivi fotografici. In questo caso il progetto è « ottimo » quando non il costo, ma le distorsioni dell'immagine formata dall'obbiettivo sono minime. La calcolatrice ha eseguito il calcolo completo di un obbiettivo in un'ora di lavoro, risultato molto notevole se lo si confronta con le quindici settimane impiegate di solito dai calcolatori umani muniti di comuni macchine calcolatrici da tavolo.

b) Organizzazione di un Centro per calcoli tecnici.

Il requisito principale, necessario ad una calcolatrice adatta per calcoli scientifici e tecnici è la capacità della memoria, più ancora della velocità. Infatti la caratteristica fondamentale della risoluzione numerica dei problemi di matematica applicata proprii dell'ingegneria, è quella di richiedere molti calcoli da eseguire su un numero limitato di dati iniziali, per ottenere un numero egualmente limitato di risultati finali.

I programmi per questo genere di calcoli sono lunghi e molto spesso occorre registrare temporaneamente anche molti risultati intermedi. Non è invece essenziale potere introdurre molto rapidamente nella calcolatrice il programma ed i dati iniziali, perchè il tempo che di solito occorre per eseguire i calcoli, è sensibilmente più lungo di quello necessario per « istruire » la calcolatrice su ciò che deve fare.

Lo stato attuale del progresso tecnico non permette ancora di costruire, con un costo ragionevole, memorie di capacità molto grande e con un tempo di accesso dell'ordine di qualche microsecondo. Quindi, per ottenere memorie di grande capacità e di costo ancora accettabile molto sovente si divide la memoria in due parti: una di piccola capacità e con un tempo di accesso molto breve ed un'altra di grande capacità, ma con un tempo di accesso sensibilmente maggiore (Back Store).

I dati e le istruzioni sono trasferite dalla memoria con tempo di accesso lungo a quella con tempo di accesso breve, per gruppi, poco prima che la calcolatrice se ne debba servire.

La parte di memoria di grande capacità (Back Store) è di solito di tipo « statico » quasi sempre a tamburo oppure a nastro magnetico.

Le calcolatrici elettroniche sono macchine molto costose ed è desiderabile pertanto che esse siano impiegate nel modo migliore.

Si può definire come « rendimento » di una calcolatrice, il rapporto T_u/T_p tra il tempo T_u spesso a fornire risultati utili ed il tempo T_p impiegato per provare i programmi nuovi. Infatti, particolarmente i programmi più lunghi e complessi, devono di solito essere provati più volte per verificare se sono corretti e se il procedimento scelto per eseguire il calcolo è il più conveniente per il tipo di macchina disponibile ed in relazione al numero di risultati che si desiderano.

Il rendimento di una calcolatrice è quindi molto alto se essa lavora in prevalenza per risolvere problemi dello stesso genere i cui programmi sono pronti e sperimentati e variano, da un problema all'altro, soltanto i dati iniziali. Questo potrebbe essere per esempio il caso di calcoli di progetto, da ripetere per casi diversi dello stesso tipo.

Il rendimento scende se invece, come può succedere nel caso di problemi di ricerca, i problemi da risolvere sono molto diversi ed occorre di volta in volta studiare il programma adatto.

In questo caso sale il valore di T_p; è però bene non cercare di ridurlo troppo, a spese magari di uno studio sufficientemente accurato dei programmi singoli, perchè si potrebbe giungere per altra via ad una cattiva utilizzazione della calcolatrice usando programmi poco adatti e ritenuti accettabili ad un esame affrettato.

Il personale che occorre per adoperare una calcolatrice elettronica si può dividere in due categorie e cioè: programmatori e personale addetto alla manutenzione ed all'uso della calcolatrice. Si preferisce infatti affidare anche l'uso della calcolatrice ad un operatore anzichè a ciascun programmatore, per due ragioni. La prima è che le calcolatrici hanno pannelli di controllo non semplicissimi, per la manovra dei quali è bene avere un allenamento particolare, che può mancare ai programmatori. La seconda sta nel fatto che, per ottenere il massimo rendimento della calcolatrice, è opportuno ridurre al minimo il tempo di attesa tra l'esecuzione di un problema e di quello successivo. Affinchè ciò avvenga, è conveniente che la calcolatrice sia affidata ad un responsabile diretto e non ai programmatori, ciascuno dei quali, risolto il proprio problema, potrebbe non curarsi affatto di quello degli altri.

Naturalmente ciascun programmatore assiste alla esecuzione dei calcoli del proprio problema in modo da potere rendersi conto subito personalmente della parte di programma in cui vi possono essere errori.

Sempre per ridurre il più possibile le perdite di tempo, si evita inoltre che ciascun programmatore cerchi di correggere eventuali errori dei propri programmi, tenendo la calcolatrice occupata. Esistono infatti subroutines speciali, che nel caso della E.D.S.A.C. sono chiamate, per ragioni evidenti « post mortem subroutines » che permettono di stampare qualsiasi parte od anche tutte le istruzioni contenute nella memoria. In questo modo ciascun programmatore può verificare, senza occupare la calcolatrice, se nella memoria sono state registrate le istruzioni esatte e, in caso affermativo, modificare opportunamente il proprio programma.

Di solito, i programmatori sono matematici specializzati nel campo dell'analisi numerica. Infatti, la risoluzione del tipo più generale di problema di matematica applicata, richiede anzitutto la scelta del metodo di analisi numerica più adatto per risolverlo tenuto conto delle possibilità della calcolatrice a disposizione.

Soltanto se si tratta di programmare la soluzione di problemi il cui metodo di calcolo è già noto, si può affidare l'incarico a persone meno preparate nel campo matematico, perchè il problema è ridotto quasi esclusivamente a tradurre, nel codice della calcolatrice, gruppi di istruzioni note.

La preparazione professionale del personale addetto alla manutenzione ed all'uso della calcolatrice è un po' funzione delle dimensioni, della complessità e del tipo di costruzione dei circuiti della calcolatrice stessa. Di solito non occorrono tecnici molto abili, specialmente se la calcolatrice è composta di gruppi di circuiti a sè stanti e separabili (Plug-in Units); disponendo

di una scorta di unità di riserva la manutenzione della calcolatrice non presenta alcuna difficoltà. La ricerca degli eventuali guasti può inoltre essere facilitata usando alcune subroutines particolarmente studiate per servire come verifica del funzionamento delle diverse parti della calcolatrice.

Del resto, il grado di perfezione tecnica già raggiunto dalle calcolatrici è notevole. Per esempio, per gli ultimi esemplari delle calcolatrici inglesi Ferranti Mark I, il tempo perduto per riparare guasti è stato soltanto circa il 10% del tempo totale di funzionamento. Se si tiene conto che di solito calcolatrici di questo tipo lavorano almeno 20 ore al giorno per cinque giorni di ciascuna settimana e che la statistica copre il periodo di quasi due anni, si può ritenere soddisfacente il grado di sicurezza di funzionamento che si è già raggiunto.

Le dimensioni delle calcolatrici elettroniche moderne sono abbastanza notevoli. Le più grosse e veloci richiedono addirittura un locale costruito appositamente per assicurare la ventilazione necessaria al raffreddamento della macchina.

Inoltre la calcolatrice deve essere dotata di tutti gli accessori che servono per preparare le schede oppure i nastri perforati o quelli magnetici che costituiscono i mezzi usati per « istruirla » su ciò che deve fare. Se per esempio si usa nastro perforato, occorrono perforatori, comparatori di nastri per verificare che non si siano commessi errori nella perforazione e duplicatori di nastri per poter correggere i nastri sbagliati e comporre i nastri dei programmi completi con quelli dei programmi parziali eventualmente disponibili.

È molto opportuno che tutti questi accessori siano numerosi per poter permettere il lavoro contemporaneo di alcuni programmatori, in modo da assicurare alla calcolatrice una costante alimentazione di problemi.

8. Conclusione.

Le calcolatrici elettroniche numeriche sono ancora abbastanza lontane dall'aver raggiunto una forma definitiva, sia sotto l'aspetto strettamente elettronico sia sotto quello « logico » cioè per quanto riguarda la composizione delle parti che le costituiscono. Infatti, l'evoluzione della tecnica dei circuiti e l'uso sempre più esteso di componenti di tipo nuovo, come per esempio i transistori in sostituzione dei tubi elettronici, può rendere conveniente aumentare la complessità interna dei circuiti delle calcolatrici per semplificare invece la programmazione ed aumentare le possibilità di calcolo.

È difficile prevedere quale potrà essere l'evoluzione e la diffusione dell'uso delle calcolatrici elettroniche, anche perchè si può considerare appena iniziata la fase di utilizzazione effettiva delle calcolatrici da parte di organizzazioni scientifiche ed industriali.

Tuttavia, secondo i successi numerosi e spesso sorprendenti già ottenuti, senza temere smentite, si può senz'altro prevedere che le calcolatrici elettroniche numeriche troveranno sempre di più nel futuro larga applicazione nel campo tecnico in particolare ed in generale in tutti i casi in cui è possibile descrivere i problemi da risolvere con le relazioni quantitative della matematica.

Con questa previsione, concludiamo questo articolo informativo sulle calcolatrici elettroniche numeriche, che, troppo sovente, a torto, sono circondate da un'aura di mistero da fantascienza che impedisce di comprendere bene il loro funzionamento e le grandi possibilità offerte dal loro uso.

(232)

UN CONVERTITORE DI STANDARD PER LO SCAMBIO INTERNAZIONALE DI PROGRAMMI TELEVISIVI

J. HAANTJES e TH. G. SCHUT

(Riprodotto dalla « Revue Technique Philips », vol. 15, n. 12, per gentile concessione della Philips).

SOMMARIO - Il relé internazionale delle emissioni televisive eseguite in occasione delle feste dell'incoronazione della Regina Elisabetta a Londra ha dimostrato in modo spettacolare che è possibile convertire immagini di una data definizione in immagini di definizione diversa. Di ciò si era già avuta una prova precedente, su scala minore, con la ritrasmissione in Inghilterra di emissioni televisive parigine (*). *L'articolo che segue descrive il « convertitore di standard » che nel giugno 1953 permise alle stazioni televisive dei Paesi Bassi e della Germania Occidentale di ritrasmettere programmi di Londra e di Parigi attuando le conversioni, per ciò necessarie, da 405 o 819 linee a 625 linee.*

Nell'Europa occidentale sono attualmente usate regolarmente norme televisive differenti. Esse hanno tutte la stessa frequenza d'immagine, cioè 25 immagini complete al secondo ma differiscono, fra l'altro, per il numero di linee per immagine. Conseguentemente lo scambio dei programmi televisivi fra i paesi di tale regione non è possibile se non esiste un metodo per convertire immagini televisive di data definizione in immagini di definizione diversa. Tale questione divenne urgente allorchè in Francia, nei Paesi Bassi e nella Germania Occidentale si espresse il voto di ritrasmettere le riprese televisive eseguite dalla BBC a Londra per le feste dell'incoronazione.

Come è noto, questo relé ha avuto luogo [1]. Il segnale a 405 linee fu trasmesso mediante una catena di ponti radio a Parigi ove la Radiodiffusion-Télévision Française curò la sua conversione in segnale a 819 linee. Una seconda catena di ponti radio portò il segnale a 405 linee da Cassel (dipartimento del Nord) a Breda (Paesi Bassi) ove esso fu trasformato in segnale a 625 linee. Due relé hertziani assicurarono la trasmissione di quest'ultimo segnale ai trasmettitori televisivi olandesi di Lopik e di Eindhoven. Altri relé hertziani trasferirono il segnale in due tappe da Eindhoven alla rete di collegamenti hertziani fra i trasmettitori televisivi tedeschi.

Questo articolo svolge anzitutto alcune considerazioni generali sul problema della conversione di standard e descrive poi il sistema utilizzato a Breda.

Considerazioni generali sul problema.

Metodo indiretto.

Per mostrare delle immagini televisive a un gran numero di spettatori, in una sala cinematografica per esempio, si utilizza ancora il metodo seguente: l'immagine formata su un tubo ricevente è registrata su un film fotografico che viene molto rapidamente sviluppato, fissato, lavato, asciugato e proiettato immediatamente dopo nella sala. Si è riusciti a ridurre a 1-2 minuti il tempo necessario per il trattamento del film.

È evidente che, invece di proiettarlo, si può far passare il film in un analizzatore, come si fa per la trasmissione televisiva dei film ordinari, e che con tale analisi non si è più legati alla definizione dell'immagine originaria. Si tratta del procedimento detto a film *intermedio*, che è un metodo *indiretto*, a differenza dei metodi diretti a cui si accennerà fra poco.

Questo procedimento presenta un certo numero di inconvenienti. Anzitutto la registrazione di immagini televisive (50 trame al secondo) su un film, alla cadenza di 25 immagini al secondo, non è cosa semplice: il metodo indicato, consistente nel fare avanzare il film durante i tempi di soppressione della trama dell'immagine televisiva, non è in particolare attuabile con camere normali perchè in esse il tempo necessario al trasporto del fiım è troppo lungo. In secondo luogo lo sviluppo, il fissaggio, ecc. molto rapidi richiedono un'installazione complicata. A ciò si aggiunge la spesa per il materiale fotografico. Una ulteriore complicazione, legata alla proiezione differita, è la necessità di registrare anche il suono. Tutto ciò toglie molta attrattiva al procedimento con film intermediario.

Metodi diretti.

Esistono anche metodi che operano quasi senza ritardo e che perciò si possono chiamare metodi diretti. In particolare, si può riportare l'immagine televisiva originale come « *rilievo* » di *potenziale* su una placca piana (placca bersaglio) ed esplorare questo rilievo con un fascio elettronico secondo il numero di linee desiderato. L'iscrizione del rilievo può essere eseguita in due modi:

1) *direttamente*, mediante un fascio elettronico modulato dal segnale originale, o

2) con l'aiuto di una *immagine intermediaria ottica* formata con un tubo ricevente e registrata in una camera da presa televisiva (la placca sopra ricordata è allora il bersaglio del tubo analizzatore di tale camera).

Nel primo caso occorre adoperare un tubo speciale contenente un bersaglio, un fascio elettronico « iscrittore » e un fascio « lettore » (oppure si opera

(*) *TV from Paris*, « Wireless World », 48, 298-300, agosto 1952.
(1) « Revue Techn. Philips », 14, 392-394, 1952-53, n. 12.

con due tubi, ciascuno dei quali ha un bersaglio ed un fascio e che alternano le proprie funzioni dopo ogni immagine completa: mentre la immagine viene iscritta in un tubo è letta nell'altro e così via alternativamente). Si è constatato che con questo procedimento è molto difficile conservare la gradazione originale dell'immagine.

Contro il secondo metodo è stata sollevata l'obbiezione che oltre all'« immagine intermediaria elettrica » (il rilievo di potenziale) è necessaria anche un'immagine intermediaria ottica e che ogni aumento del numero delle immagini intermediarie è necessariamente accompagnato da una diminuzione di qualità dell'immagine. Questa osservazione, apparentemente fondata, non deve tuttavia essere presa troppo sul serio. In realtà l'immagine intermediaria ottica è immediatamente controllabile e, poichè si possiede ormai una esperienza sufficiente sulla formazione delle immagini televisive nei tubi catodici, si sa come evitarne i difetti, cosa che non si può dire ancora del primo metodo.

Si è anche osservato che con il metodo ad immagine intermediaria ottica non è consigliabile l'uso di un tubo analizzatore nel quale si verifichi una redistribuzione degli elettroni secondari sul bersaglio [2] poichè verrebbero allora generati, in misura fastidiosa, segnali parassiti o spuri. Tubi analizzatori soggetti a redistribuzione sono l'iconoscopio e l'iconoscopio a immagine [3]. È un fatto noto tuttavia che l'iconoscopio a immagine — per limitarsi a questo tubo — non produce macchie fastidiose se sul fotocatodo giunge luce a sufficienza, benchè proprio in questo caso la redistribuzione si manifesti intensa. Si può, senza grande difficoltà, dare alla macchia (*spot*) luminosa una luminanza media abbastanza grande per far funzionare l'iconoscopio a immagine nella regione conveniente.

Questa considerazione, unita al fatto che l'iconoscopio a immagine è capace di fornire immagini molto nette e di ottima gradazione ci ha condotto ad adottare, per il convertitore di standard, il sistema a immagine intermediaria ottica e ad equipaggiare la camera con un iconoscopio a immagine (fig. 1). Prima di entrare nei particolari degli apparecchi, esamineremo alcuni effetti perturbatori e il modo col quale essi sono stati combattuti.

([2]) CAZALAS A.: *Problème de la transformation des standards de télévision*. « Onde électr. », XXXI, 178-183, 1951; ZWORKING V. K. e RAMBERG E. G.: *Standard conversion of TV signals*, « Electronics », XXV, 86-91, gennaio 1952.

([3]) Per il funzionamento di questi tubi si veda, ad esempio, SCHAGEN P., BRUINING H. e FRANCKEN J. C.: « Rev. Techn. Philips », XIII, 123-138, 1951-1952 (n. 5).

Effetti perturbatori e loro eliminazione.

In un convertitore di standard del sistema considerato si verificano tre effetti perturbatori:

1) La corrente fotoelettrica del tubo analizzatore è modulata da un segnale avente la frequenza di riga della definizione originale; se non si adottano misure per evitarlo, questo segnale apparirà come parassita nel segnale di uscita.

2) Si producono interferenze fra le due frequenze di definizione.

3) Benchè in tutta l'Europa Occidentale sia prescritta la stessa frequenza di immagini (25 immagini complete al secondo) si possono presentare piccole differenze che dànno luogo a fenomeni di battimento.

Questi effetti saranno commentati successivamente nel seguito; a meno di avvertimento in contrario considereremo sempre la conversione da 405 a 625 linee.

PRESENZA DEL SEGNALE ORIGINALE NELLA CORRENTE FOTOELETTRICA.

L'immagine che appare sul tubo catodico del convertitore di standard non è un'immagine « continua » ma un'immagine descritta linea per linea da una macchia o spot luminoso mobile. Sul fotocatodo dell'iconoscopio a immagine troviamo dunque uno spot luminoso in movimento. Per semplicità ammettiamo, per un momento, che l'immagine da emettere sia una superficie di brillanza uniforme. Lo spot ha allora una luminanza costante e produce perciò, indipendentemente dalla posizione in cui si trova, una corrente fotoelettrica anch'essa costante. Ma alla fine di ciascuna linea, e così pure ad ogni cambiamento di trama, la macchia scompare per un istante (a causa dei segnali di soppressione) e la corrente fotoelettrica si riduce per un istante a zero. Per conseguenza, nella corrente fotoelettrica troviamo componenti armoniche della frequenza di linea (405 × 25 = 10 125 Hz), della frequenza di trama (50 Hz) e di multipli di queste due frequenze. Se si trasmette una vera immagine, la luminanza del punto varia e la corrente fotoelettrica comporterà inoltre componenti armoniche corrispondenti al contenuto dell'immagine. Nella corrente fotoelettrica, la trama dell'immagine a 405 linee è dunque riccamente rappresentata.

La corrente fotoelettrica colpisce il bersaglio e vi provoca fluttuazioni di potenziale. Queste sono trasmesse capacitivamente alla placca-segnale, cosicchè all'uscita dell'iconoscopio a immagine si ha un miscuglio di segnali a 625 e a 405 linee.

Fig. 1. — Convertitore di standard a immagine intermediaria ottica; esso converte un'immagine televisiva a 405 linee in una immagine a 625 linee. L'immagine a 405 linee è resa visibile nel solito modo sullo schermo di un tubo catodico speciale C (con bobine di deviazione D_1; frequenza di linea f_{l1} = 405 × 25 = 10 125 Hz), frequenza di trama f_r = 50 Hz). Un obbiettivo L riproduce lo schermo di C sul fotocatodo P di un tubo analizzatore (iconoscopio di immagine I). Il bersaglio T di questo tubo è analizzato secondo il sistema a 625 linee (bobine di deviazione D_2; frequenza delle linee f_{l2} = 625 × 25 = 15 625 Hz, frequenza delle trame f_r = 50 Hz).
S placca-segnale. A_1 preamplificatore. K cavo. A_2 secondo amplificatore (con montaggio « clamping », Cl vedere più avanti).

Due sono i mezzi adoperati per combattere questo effetto: uno si oppone all'apparizione delle frequenze alte del segnale perturbatore, l'altro a quella delle frequenze basse. Sembra che questi due mezzi, assieme, sopprimano in misura sufficiente la perturbazione dovuta alla fluttuazione della corrente fotoelettrica.

Frequenze alte. — Si può ridurre la fluttuazione della corrente fotoelettrica adottando per il tubo catodico del convertitore di standard una sostanza fluorescente avente una persistenza più lunga. La traccia luminescente della macchia livella così meglio le variazioni della corrente fotoelettrica totale, sovrattutto le depressioni corrispondenti ai segnali di soppressione. Alla persistenza è imposto un limite, perchè se essa è troppo lunga nell'immagine ottenuta diviene percettibile una fastidiosa imprecisione di movimento, sotto forma di code posteriori degli oggetti in moto. Tuttavia si ha la possibilità di scegliere la persistenza in modo che dalla corrente fotoelettrica scompaiano almeno le alte frequenze senza che si manifesti in misura apprezzabile l'imprecisione del movimento.

La sostanza fluorescente prescelta è stata la willemite, a persistenza di circa 13 millisecondi. Dopo 1/50 di secondo sussiste ancora il 20 ÷ 25% della luminanza iniziale; dopo 1/25 di secondo ne sussiste ancora il 5 ÷ 6%. La willemite ha un rendimento conveniente e il suo spettro di fluorescenza è situato in posizione favorevole rispetto alla distribuzione spettrale della sensibilità del fotocatodo. Il colore della luce è verde ma ciò, naturalmente, non costituisce in questo caso un inconveniente.

Frequenze basse. — Come si è visto, nella corrente fotoelettrica e quindi anche nel segnale di uscita, sono presenti anche le componenti di frequenza bassa del segnale perturbatore. Esse possono essere eliminate se il segnale desiderato comporta un livello determinato che ricompaia periodicamente con una frequenza elevata rispetto alle frequenze del disturbo. Le componenti perturbatrici di bassa frequenza fanno variare lentamente questo livello, ma esso può essere riportato ogni volta ad un valore fisso per mezzo di un circuito appropriato. Il procedimento è illustrato nella figura 2.

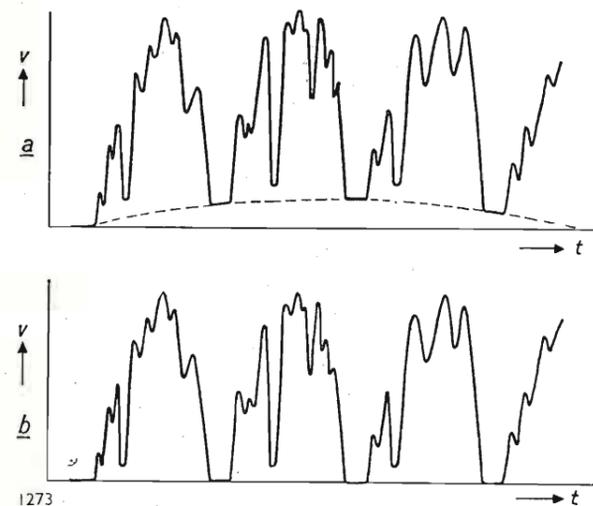



Fig. 2. — Segnale di uscita v (in un punto dell'amplificatore A_2, fig. 1) in funzione del tempo t.
a) Senza particolari accorgimenti, il livello del nero fluttuerebbe per effetto della presenza di componenti di bassa frequenza nella corrente fotoelettrica dell'iconoscopio di immagine.
b) Mediante il « clamping » il livello del nero rimane fissato in principio di ogni linea.

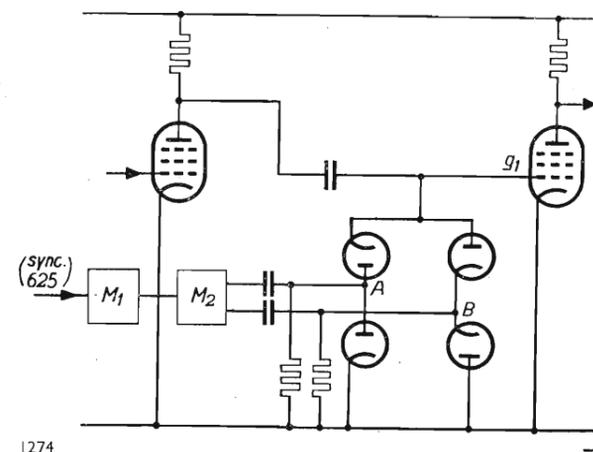



Fig. 3. — Montaggio « clamping » utilizzato tra due pentodi dell'amplificatore A_2 (fig. 1). M_1 e M_2 multivibratori; g_1 griglia di comando messa periodicamente per un istante a terra mediante i quattro diodi.

Nel caso che ci interessa, si assume come livello di riferimento il livello del nero. Poichè l'iconoscopio a immagine non trasmette « tensione continua » questo livello non si ottiene automaticamente ma deve essere introdotto artificialmente. A questo fine sul fotocatodo si applica una striscetta opaca su un lato dell'immagine. La parte del bersaglio corrispondente a questa striscetta si trova sul lato ove cominciano le linee di analisi ed è percorsa dal fascio analizzatore prima dell'inizio di ciascuna linea. In questo modo si ottiene il livello del nero avente la frequenza di ripetizione delle linee di analisi. All'istante citato, all'inizio di ciascuna linea, un commutatore elettronico mette a terra (clamping) la griglia di comando di uno dei tubi dell'amplificatore A_2 (fig. 1).

Il circuito « clamping » utilizzato (fig. 3) è composto da 4 diodi montati in modo da erogare corrente solo quando il punto A è a potenziale positivo e il punto B a potenziale negativo. Un multivibratore (M_2) all'inizio di ciascuna linea produce un impulso positivo ad A ed un impulso negativo a B e porta così a zero il segnale presente su g_1. Il multivibratore M_2 è comandato da un altro multivibratore (M_1) che a sua volta è comandato dagli impulsi di sincronizzazione orizzontali del sistema a 625 linee. Con l'aiuto di questi multivibratori si possono regolare nel modo più opportuno la posizione e la durata degli impulsi su A e B.

Fissando così il livello del nero ad ogni linea, si combatte non solo il disturbo dovuto alle componenti di bassa frequenza della corrente fotoelettrica, ma anche altre perturbazioni di bassa frequenza come il ronzio (proveniente dalla camera o dagli amplificatori) ed i segnali parassiti di direzione verticale.

INTERFERENZE FRA I NUMERI DI LINEE.

La seconda difficoltà è che le linee iscritte e quelle analizzate formano sul bersaglio del tubo analizzatore figure di interferenza.

Ciò dipende essenzialmente dalla posizione variabile reciproca delle due specie di linee: una linea di analisi cadrà talvolta, all'incirca, sopra una linea di iscrizione, talaltra pressocchè a metà strada fra due linee di iscrizione. In questo secondo caso si ottiene un segnale più debole che nel primo e ne consegue che all'immagine a 625 linee si sovrappone una figura di interferenza formata da strisce orizzontali chiare e scure.

Sembrerebbe, a prima vista, che le strisce scure debbano apparire in numero uguale alla differenza dei due numeri di linee, cioè 625-405 = 220 (di cui il 10% sono invisibili a causa della soppressione periodica prodotta dai segnali di soppressione). Si constata tuttavia che questa figura di interferenza — almeno con l'iconoscopio a immagine — compare appena; invece se ne vede un'altra che comporta circa 100 strisce scure soltanto. La causa di ciò è da ricercare nel fatto che la « sensibilità di analisi » di un elemento del bersaglio è massima immediatamente prima dello « spazzolamento » e minima immediatamente dopo. Per sensibilità di analisi s'intende l'inverso del rapporto fra la carica conferita in un tempo determinato dalla corrente fotoelettrica e il contributo alla corrente del segnale che ne risulta.

Per il segnale di uscita si ha dunque:

$$i_{\text{segn}} = \left[\int_{t_1 - \frac{1}{25}}^{t_1} s(t) \cdot i_{\text{ph}}\,(t) \cdot \mathrm{d}t \right] : \frac{1}{25}$$

ove i_{segn} è la corrente di segnale nell'istante dello spazzolamento (t_1), mentre $s\ (t)$ e i_{ph} sono rispettivamente la sensibilità di analisi e la corrente fotoelettrica all'istante t.

L'apparizione della figura d'interferenza di circa 100 strisce è illustrata dalla figura 4 ove i valori misurati della sensibilità sono riprodotti, in scala relativa, in funzione del tempo. Il metodo di misura è descritto nella leggenda. Come risulta dalla figura, ciò che è stato iscritto durante l'ultimo cinquantesimo di secondo precedente lo spazzolamento contribuisce al segnale di uscita più di quello che è stato iscritto 1/50 di secondo prima.

Quando il tubo funziona da convertitore di standard fornisce dunque un segnale *che trae origine principalmente dalla trama di iscrizione immediatamente precedente*. Le linee di una determinata trama di analisi interferiranno dunque principalmente con quelle della trama di iscrizione ad essa immediatamente precedente. Ne risulta una figura di interferenza che comporta 1/2 (625-405) = 110 strisce scure (di cui 100 circa visibili). Questa seconda figura sembra manifestarsi assai più intensamente di quella prima considerata.

Il mezzo per eliminare le figure di interferenza consiste nel rendere le linee che appaiono sul tubo ricevitore spesse in modo che si ricoprano sufficientemente. Da ciò consegue inevitabilmente una certa perdita di nitidezza verticale; ma la nitidezza orizzontale rimane intatta se l'ispessimento delle linee è ottenuto mediante una oscillazione della macchia (« spot wobbling »): al movimento rettilineo normale della macchia si sovrappone una piccola oscillazione verticale cosicchè essa descrive delle sinusoidi; l'ampiezza dell'oscillazione è uguale a due volte circa l'interlinea e la sua frequenza è scelta elevata abbastanza affinchè l'oscillazione sia invisibile. Nel nostro convertitore di standard lo spot è fatto oscillare mediante un semplice oscillatore a pentodo e una coppia di bobine deviatrici supplementari sul collo del tubo catodico che fanno parte del circuito oscillatorio dell'oscillatore. La frequenza è di 10 MHz circa ed ogni linea di immagine comprende perciò circa 600 periodi sinusoidali. L'ampiezza può essere regolata variando la tensione della griglia schermo del pentodo.

Dopo l'emissione da Londra, fu ritrasmesso più volte nel giugno del 1953 anche il programma parigino. Nella conversione da un numero di linee più grande in uno più piccolo (da 819 a 625) l'interferenza sembra manifestarsi in misura assai minore. Non si osservò interferenza fastidiosa anche senza fare oscillare lo spot.

(continua)

Fig. 4. — Variazione della sensibilità s di un elemento del bersaglio dell'iconoscopio di immagine, in funzione del tempo t. Ad ogni spazzolamento dell'elemento (t_1, $t_1 + 2/50$, ...) s diminuisce rapidamente dal valore massimo (contrassegnato qui con 100%) al valore minimo. In $t_1 + 1/50$, la trama interposta esplora gli elementi vicini.
La curva è stata ricavata nel modo seguente. Dei lampi di luce (della durata di 4 millisecondi) sono stati proiettati su una piccola parte del fotocatodo, con una frequenza di ripetizione di 25 Hz. Si è fatto variare l'intervallo di tempo tra il lampo e lo spazzolamento della parte corrispondente del bersaglio, e in relazione a questa differenza di tempo si è misurato il segnale di uscita dell'iconoscopio di immagine, per valore costante della corrente fotoelettrica e della corrente di spazzolamento. Per altri valori di queste correnti si trovano curve poco differenti, ma con lo stesso andamento generale: e cioè, brusca diminuzione di s durante lo spazzolamento, e aumento progressivo tra due spazzolamenti.

IMPORTANZA DELLA DISTORSIONE DI FASE NEI RICEVITORI TV

DOTT. ING. LUIGI PALLAVICINO
della F.A.C.E.

(Continuazione - Vedi numero precedente a pag. 131)

Importanza della distorsione di fase nei confronti di quella provocata da insufficienza di larghezza di banda trasmessa.

Sembra chiaro che, se per ragioni varie si manifestano ritardi nella formazione del segnale, la nitidezza del segnale viene ad esserne compromessa.

È noto che la rappresentazione in TV di dettagli fini di una figura non in movimento sullo schermo, comporta la necessità di riprodurre segnali che possono avere la durata di solo qualche centesimo di microsecondo, è quindi necessario tenere conto delle distorsioni video che provochino ritardi nella riproduzione di componenti del segnale di questo ordine di grandezza.

Fig. 7. — Ritardi relativi in funzione delle frequenze ricevute per diversi televisori del commercio americani.

Ora si affaccia il problema di discriminare e valutare le cause che determinano il ritardo nella riproduzione del segnale. Naturalmente partiamo dalla ipotesi, non vera, che il segnale venga emesso dal diffusore TV senza alcuna distorsione video, ossia che l'immagine trasmessa sia perfetta. Possiamo ammettere ciò per semplificare la nostra esposizione e siamo autorizzati a farlo perchè questa ammissione non infirma il nostro ragionamento e non modifica le nostre conclusioni.

L'immagine trasmessa non può essere perfetta perchè il diffusore TV, dovendo emettere entro un canale TV di larghezza stabilita, a seconda dello standard in uso, non può irradiare tutte le infinite armoniche che sono necessarie per la riproduzione perfetta del segnale.

Come è già stato accennato prima il ritardo nella formazione del segnale può avvenire principalmente per due ragioni (tralasciamo le altre cause per chiarezza di esposizione):

1) *distorsione di risposta* (caratterizzata dalla curva di risposta in ampiezza del ricevitore TV in funzione della frequenza).

2) *distorsione di fase* (caratterizzata dal ritardo relativo con cui passano attraverso i circuiti le varie frequenze componenti il segnale).

Ci proponiamo di eseguire una valutazione, di larga massima, del ritardo nella formazione del segnale ricevuto sullo schermo da attribuire alla mancanza di dettaglio nella trasmissione dovuto al taglio delle frequenze elevate e del ritardo dovuto invece alla distorsione di fase (distorsione di fase generata nel ricevitore).

Nella figura 8 sono state tracciate 3 curve analoghe a quelle di figura 3, che hanno il seguente significato:

Curva a). - Risposta di un ricevitore TV a ritardo di fase nullo e banda di segnale trasmessa e ricevuta senza attenuazione fino a 4 MHz.

Curva b). - Risposta di un ricevitore TV a ritardo di fase nullo e banda di segnale trasmessa fino a 3 MHz; la larghezza di banda del ricevitore è però mantenuta a 4 MHz come nel caso di curva (*a*).

Curva c). - Risposta di un ricevitore TV con ritardo di fase reale e banda di segnale trasmessa e ricevuta fino a 4 MHz.

Le curve considerate rappresentano un segnale corrispondente ad un rapido passaggio da bianco a nero il che equivale alla trasmissione di un segnale ad onda quadra: abbiamo scelto come frequenza di ripetizione del segnale 450 kHz.

Qualora noi avessimo la possibilità di trasmettere le infinite armoniche che compongono il segnale prodotto da un istantaneo passaggio da bianco a nero, otterremmo in figura 8 anzichè la curva (*a*) un segmento verticale coincidente con l'ordinata passante per il punto O. Invece se il trasmettitore TV ed il ricevitore permettono il passaggio senza attenuazione di una banda larga 4 MHz (cioè fino alla 9ª armonica di 450 kHz) otterremo che il ricevitore TV riprodurrà la curva (*a*) che è leggermente inclinata; infatti al 90% del suo valore presenta un ritardo di 0,114 microsecondi, rispetto al caso ideale della trasmissione e ricezione perfette.

Nel caso della curva (*b*) nel quale il ricevitore TV mantiene la sua larghezza di banda di 4 MHz, ma il trasmettitore emette con una larghezza di banda di soli 3 MHz il ritardo (al 90% del valore del segnale) è salito a 0,142 microsecondi.

Nel caso della curva (*c*) nel quale la banda trasmessa e ricevuta è 4 MHz ma però è stata introdotta la distorsione di fase dovuta al ricevitore TV, si ha (sempre al 90%) un ritardo globale di 0,167 microsecondi di cui 0,167 — 0,114 = 0,053 microsecondi sono dovuti alla sola distorsione di fase.

È anche importante notare che la distorsione di fase, oltre a causare i ritardi supplementari nella formazione del segnale per raggiungere il 90% del suo valore, dà luogo a oscillazioni spurie di notevole ampiezza prima che il segnale si possa stabilizzare al suo valore massimo del 100%.

È da tener presente che nel calcolo della distorsione di fase eseguito è stato considerato un buon ricevitore del commercio degli U.S.A. avente la curva di ritardo B della figura 7.

Dall'esame attento di queste tre curve si possono fare le seguenti deduzioni:

1) L'aver limitato la banda di frequenza da 4 a 3 MHz non ha arrecato conseguenze così gravi come a prima vista sembrerebbe. Si ottiene cioè un peggioramento del ritardo nella formazione del segnale di soli 0,028 microsecondi.

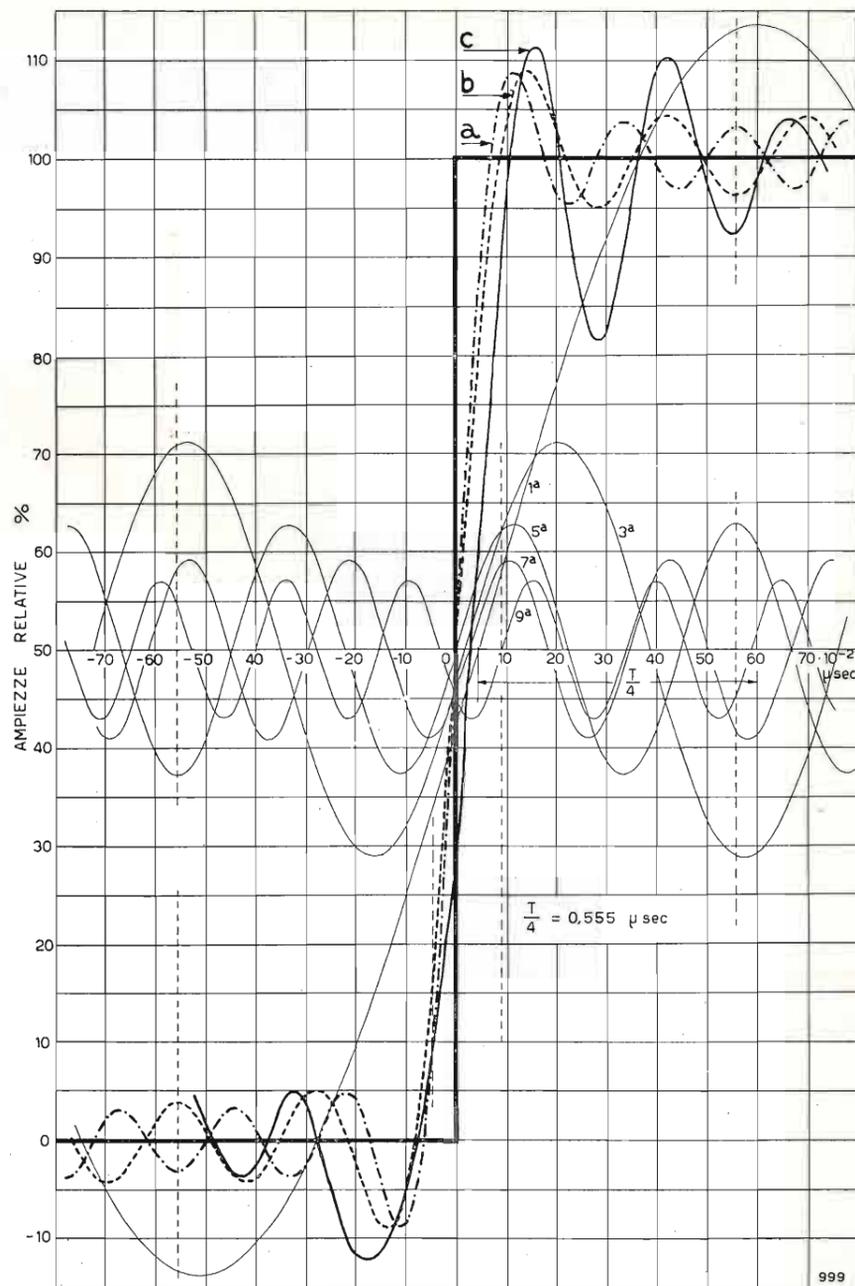
2) La distorsione di fase è invece un fenomeno importante e diventa sempre più sentito quanto maggiore è la larghezza di banda trasmessa supposta costante la larghezza del canale TV del ricevitore: si può vedere con facilità esaminando le curve di figura 7 che, se la banda trasmessa fosse ridotta a 3 MHz, la distorsione di fase scenderebbe in modo sensibilissimo.

Fig. 8. — Analisi grafica del segnale rettangolare ricevuto in un televisore.

3) Qualora poi fosse preso in considerazione un ricevitore del commercio di qualità scadente la curva totale sarebbe del genere di quella riportata in figura 9 curva (*b*) che dà una chiara idea della importanza della distorsione di fase la quale determina oscillazioni spurie di grande ampiezza.

4) Sempre esaminando le curve di figura 7 che riportano la distorsione di fase di alcuni ricevitori del commercio degli U.S.A. si può notare che una parte della distorsione di fase è da attribuirsi alle frequenze video inferiori ai 2 MHz.

Metodo impiegato per la costruzione delle curve di figura 8.

Riteniamo utile dare qualche schiarimento supplementare circa il metodo seguito per la costruzione delle curve (*a*) (*b*) e (*c*) di figura 8 e curve (*a*) e (*b*) di figura 9.

Curva a) cioè risposta del ricevitore con ritardo di fase nullo e banda passante fino a 4 MHz.

Si ricorderà che abbiamo scelto come frequenza fondamentale di ripetizione del segnale $F_0 = 0{,}45$ MHz il cui periodo ha la durata di:

$$T = \frac{1}{F_0} = \frac{1}{0{,}45 \cdot 10^6} = 2{,}222 \text{ microsecondi.}$$

Possiamo così stabilire in figura 8 la scala dei tempi. Poichè però in figura non vi è spazio sufficiente per contenere tutto il periodo relativo alla fondamentale, prenderemo come scala dei tempi $\frac{T}{4} = 0{,}555$

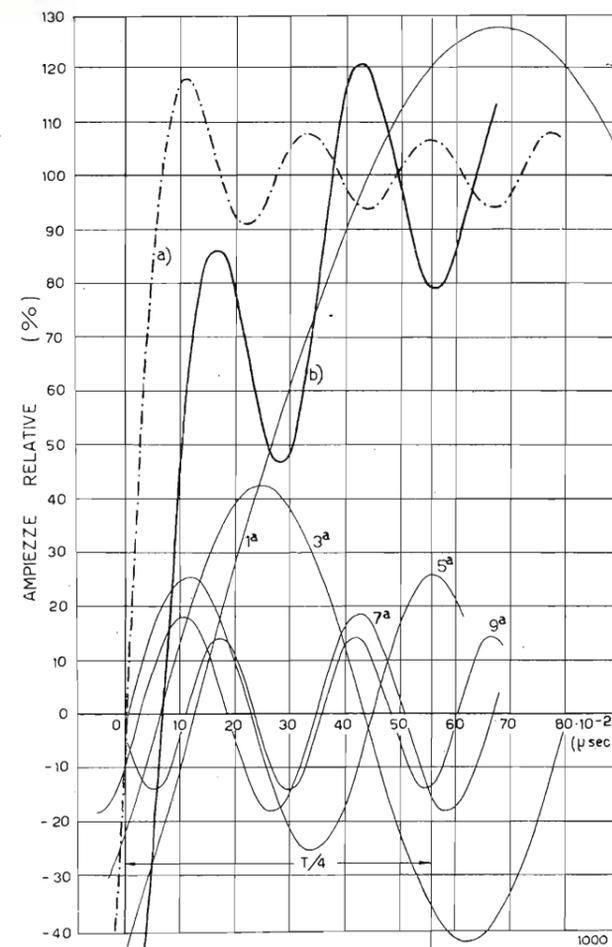



Fig. 9. — Analisi grafica del segnale rettangolare ricevuto in un televisore affetto da forte distorsione di fase.

microsecondo. La curva (*a*) naturalmente è la somma di tutte le armoniche componenti il segnale sino alla 9ª che corrisponde a circa 4 MHz.

Nella figura 8 però le varie componenti tracciate si riferiscono alla curva (*c*), infatti le stesse risultano spostate di fase rispetto alla origine degli assi per tenere conto della distorsione di fase ricavata dalla curva B di figura 7 come segue:

Armoniche	*Freq.*	*Ritardo*
Fondamentale	0,45 MHz	0,043 microsec.
3ª armonica	1,35 »	0,018 »
5ª »	2,25 »	0,000 »
7ª »	3,15 »	0,026 »
9ª »	4,05 »	0,091 »

Conclusioni.

Dopo quanto è stato esposto ci sembra di poter arrivare alle seguenti conclusioni di massima:

a) la distorsione di fase è rilevante per effetto dei ritardi assai sensibili che si verificano nelle bande di frequenza video inferiori a 1 MHz e superiori a 3 MHz.

b) La distorsione di fase nella banda video inferiore a 1 MHz è dovuta principalmente all'impiego in trasmissione del filtro « Vestigial Side Band » per la soppressione parziale di una banda laterale.

La situazione può essere migliorata con i provvedimenti seguenti:

1) Applicare al trasmettitore TV un filtro a T che ha lo scopo di correggere i ritardi che hanno luogo nel ricevitore alle frequenze video più basse introdotte dalla soppressione parziale di una banda laterale (VSB).

2) Applicare sempre al trasmettitore TV un filtro per la correzione dei ritardi che si verificano nella banda video più alta per effetto della ristrettezza del canale video nei ricevitori.

Mezzi per la misura rapida della distorsione di fase.

Sino ad ora abbiamo trattato l'argomento della importanza della distorsione di fase nelle trasmissioni e ricezioni televisive: ora ci sembra interessante prendere in considerazione anche il problema della misura rapida delle distorsioni stesse.

È da tener bene presente che il problema della distorsione di fase non riguarda solo le comunicazioni televisive, ma ha anche un grandissimo interesse nei ponti radio a modulazione di frequenza dotati di numerose stazioni ripetitrici. Su questo argomento suggeriamo al lettore di approfondire l'argomento leggendo l'interessante studio fatto da A.T. Starr e T.H. Walker « Microwave Radio Link » - I.E.E. 1952.

L'apparecchiatura di misura che appresso descriveremo brevemente raggiunge i seguenti scopi:

1) Misure visive delle caratteristiche di ritardo globali di un dato sistema di trasmissione: per esempio di un ponte radio costruito dalle stazioni terminali e da uno o più stazioni ripetitrici intermedie.

2) Immediata constatazione visiva del miglioramento della distorsione di fase apportata dalla inserzione di un equalizzatore o dal miglioramento della sintonizzazione di alcuni circuiti.

3) Perfetto adattamento dell'impedenza terminale ad un sistema di trasmissione. Per esempio adattamento di un'antenna e relativa linea di alimentazione ad un trasmettitore a larga banda.

4) Controllo di fabbricazione e messa a punto di equalizzatori studiati per l'eliminazione della distorsione di fase.

L'apparecchiatura descritta prevede la misura della distorsione di fase nella banda di frequenza da 60 a 80 MHz, ma è evidente che la banda stessa di esplorazione può essere traslata in un altro settore dello spettro di frequenza a seconda delle necessità.

Prima di descrivere il principio di funzionamento dell'apparecchiatura ci permettiamo rammentare quanto già accennato all'inizio della memoria e cioè che il ritardo subito da una componente del segnale di pulsazione ω è data dalla relazione [2]. Se T_0 non è costante si ha distorsione di fase.

Nello strumento di misura, il cui schema è rappresentato in figura 10 si ottiene la lettura diretta sullo schermo del tubo a raggi catodici dell'entità del ritardo istantaneo T_0 a seconda del valore istantaneo della pulsazione ω e cioè della frequenza in esame.

Per esempio nel caso della esplorazione di un circuito di un ponte radio a modulazione di frequenza si può inserire la parte trasmittente dell'apparecchiatura di misura all'entrata della frequenza intermedia

di una stazione ripetitrice del ponte radio ed inserire alla uscita dell'amplificatore a frequenza intermedia di una qualunque altra stazione amplificatrice del ponte, la parte ricevente dello strumento di misura.

Se non vi sarà distorsione di fase sul tubo a raggi catodici si vedrà riprodotta una linea orizzontale, il che vuol dire che nella esplorazione della banda di frequenza da 60 a 80 MHz i ritardi delle frequenze nell'attraversare tutti i circuiti del ponte radio hanno tutti lo stesso valore.

Qualora invece vi sia distorsione di fase si avrà riprodotta sullo schermo una linea che si allontanerà sempre più dalla linea orizzontale quanto maggiore è la distorsione.

Diamo ora alcuni chiarimenti sul funzionamento dell'apparecchiatura di misura a complemento di quanto risulta dalla figura 10.

Parte trasmittente:

— Il generatore a denti di sega normalmente ha la frequenza di 30 Hz ed ha lo scopo di modulare in frequenza l'oscillatore a cui è accoppiato, in modo da ottenere una esplorazione della frequenza di 20 MHz.

— L'oscillatore a cristallo a 200 kHz di altissima stabilità, modula in frequenza l'oscillatore a 110 MHz.

— I due oscillatori (170-190 MHz e 110 MHz attraverso un miscelatore, danno origine ad una frequenza intermedia variabile nella banda da 60-80 MHz modulata dalle frequenze di 30 Hz e di 200 kHz.

Parte ricevente:

— La banda di frequenza 60-80 MHz, dopo avere attraversato il circuito in esame, viene inviata al ricevitore a modulazione di frequenza che rivelerà in ampiezza i segnali a 30 Hz e di 200 kHz.

— I segnali stessi verranno separati mediante filtri: la frequenza di 30 Hz viene impiegata, dopo amplificazione, per la scansione orizzontale del tubo a raggi catodici mentre quella di 200 kHz, dopo un'amplificazione con limitatore, viene suddivisa in due rami:

Ramo A. — Il segnale a 200 kHz ricevuto che può avere subito una distorsione di fase viene filtrato

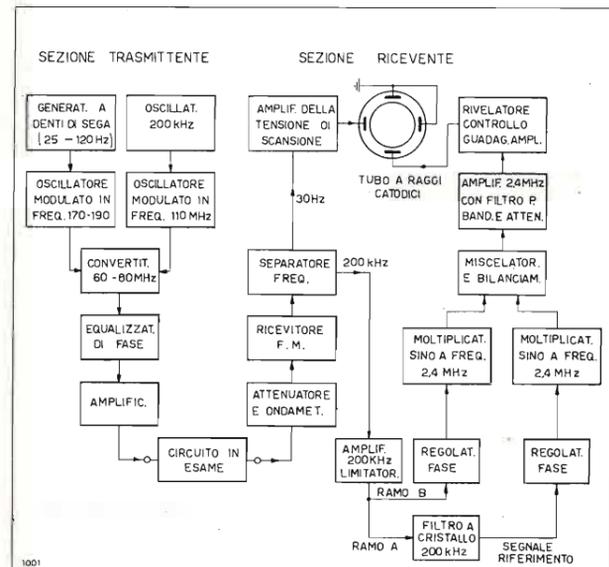



Fig. 10. — Schema a blocchi di un apparato per la misura rapida della distorsione di fase.

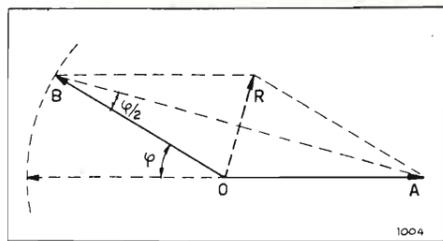



Fig. 11. — Diagramma vettoriale la cui risultante indica la distorsione di fase che viene letta nell'apparato di cui alla figura 10.

con un filtro molto selettivo: il segnale ottenuto viene preso come segnale di riferimento essendo ormai un segnale puro, perchè privo delle componenti di frequenza più elevate prodotte dalla distorsione di fase subita.

Ramo B. — Nel ramo B invece il segnale mantiene la sua distorsione.

— L'onda a 200 kHz in ambedue i rami subisce una moltiplicazione per 12 e un miscelatore bilanciato provvede a collocare le due onde in opposizione di fase: l'esatta messa in fase a 180° viene fatta agendo sui regolatori di fase quando però tra l'apparecchiatura trasmittente e quella ricevente è inserito un circuito che non generi distorsione di fase.

Quando il circuito sotto prova è privo di distorsione i due vettori A e B che rappresentano l'onda a 200 kHz dei due rami A e B saranno in perfetta opposizione di fase e quindi la risultante sarà nulla: perciò sullo schermo del tubo a raggi catodici in corrispondenza di ogni frequenza esplorata (nella banda 60-80 MHz) il pennello elettronico traccierà una linea orizzontale. Qualora invece, come indicato in figura 11 il vettore B subisca uno spostamento di fase φ, la risultante dei due vettori sarà R il cui modulo è dato da:

$$R = 2 \operatorname{sen} \frac{\varphi}{2} .$$

In questo caso il pennello elettronico del tubo a raggi catodici si discosterà dalla orizzontale e traccierà la curva della distorsione di fase misurata in millesimi di microsecondi.

APPENDICE N. 1

Distorsione di fase dovuta al taglio delle frequenze video nella banda alta.

Esaminiamo come avviene la distorsione di fase per effetto del taglio delle frequenze alte nei ricevitori TV.

Esamineremo il caso delle frequenze intermedie di un ricevitore TV, ma il metodo di calcolo non è dissimile da quello che si dovrebbe seguire per determinare la distorsione di fase nei circuiti di altro tipo.

Il calcolo seguente è stato fatto basandosi su un ricevitore TV del commercio americano e quindi anche qui trattiamo l'argomento basandoci sullo standard TV della F.C.C.

Come è noto nei circuiti a frequenza intermedia (F.I.) dei ricevitori per ottenere un canale video sufficientemente ampio si ricorre al sistema di mettere in cascata un certo numero di amplificatori sintonizzati su frequenze differenti. Nel caso in esame la frequenza intermedia ha il valore di:

$$f_0 = 43{,}975 \text{ MHz}$$

mentre le frequenze di risonanza dei circuiti F.I. che concorrono a formare il canale video sono:

$$f_{r1} = 42{,}65 \text{ MHz} \qquad f_{r2} = 45{,}3 \text{ MHz}.$$

Nel ricevitore in esame vi sono quattro amplificatori F.I., due funzionanti con la frequenza di risonanza f_{r1} e due con quella f_{r2}. Gli amplificatori stessi sono disposti in cascata con le frequenze alternate.

Poniamo la larghezza del canale video:

$$2 \Delta f = 3{,}78 \text{ MHz (a 3 dB)}.$$

Il decremento del circuito sarà:

$$d = \frac{2 \Delta f}{f_0} = \frac{3{,}78}{43{,}975} = 0{,}086 .$$

Il fattore di merito Q_1 dei rispettivi circuiti dovrà essere:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{1{,}41}{d} = 16{,}4$$

Le frequenze di risonanza dei circuiti che devono concorrere a formare il canale video sono allora, come già abbiamo sopra indicato:

$$f_{r1} = f_0 - 0{,}35\, f_0 d = 42{,}65 \text{ MHz}$$
$$f_{r2} = f_0 + 0{,}35\, f_0 d = 45{,}3 \text{ MHz}$$

Nella figura 12 sono state tracciate le curve dei tempi di ritardo in funzione delle rispettive frequenze che transitano nei circuiti F.I. I valori dei tempi di ritardo indicati sulla ordinata a sinistra si riferiscono ad una coppia di circuiti, mentre quelli indicati a destra si intendono relativi alle due coppie di circuiti.

Per ottenere le curve stesse si è proceduto così: Prima di tutto si è calcolata la fase della tensione

$f_0 = 43{,}975$ MHz ; $f_{r1} = 42{,}65$ MHz ; $f_{r2} = 45{,}3$ MHz ; $2\Delta f = 3{,}78$ MHz ; $d = 2\Delta f / f_0 = 0{,}086$

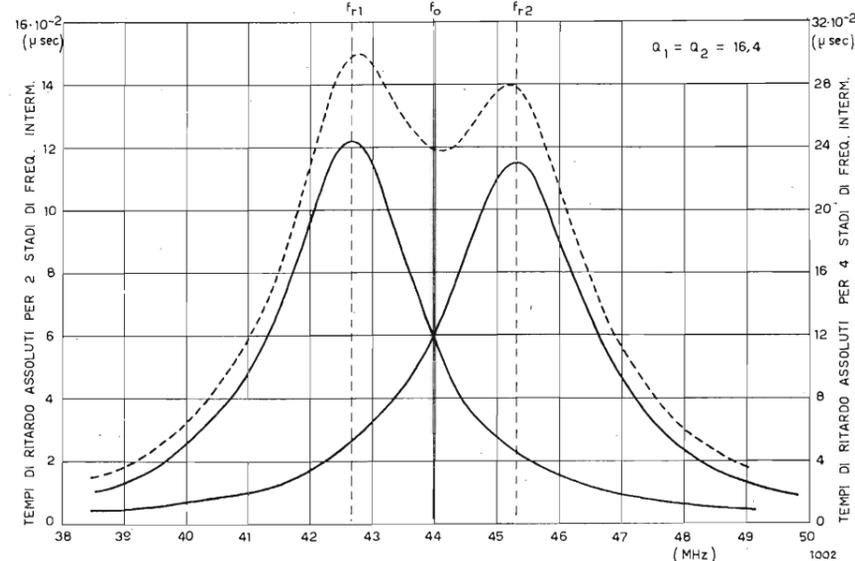



Fig. 12. — Curve dei tempi di ritardo assoluto in funzione delle frequenze che transitano nei circuiti di F.I.

Fig. 13. — Curve dei tempi di ritardo relativi delle frequenze che transitano nei circuiti di F.I.

di ciascuna frequenza rispetto a quella della frequenza di risonanza f_{r1} (e analogamente per la frequenza f_{r2}).

La fase è data dalla formula:

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg} Q \left(\frac{f_x}{f_{r1}} - \frac{f_{r1}}{f_x} \right)$$

dove φ angolo di fase è espresso in gradi; nel nostro caso $Q = 16{,}4$ e f_x è una frequenza qualsiasi per la quale vogliamo determinare l'angolo di fase.

Per avere però le curve espresse in tempi di ritardo occorre, come abbiamo visto nella prima parte della memoria, derivare la curva che rappresenta la fase rispetto alla pulsazione, tracciare cioè la curva della derivata ciò che si può fare, graficamente per punti:

Si ottengono così le curve della figura 12 che rappresentano i ritardi assoluti di ogni singola frequenza.

È più comodo invece avere una curva come quella figura 13 che ci dà i tempi di ritardo relativi. Dall'esame di questa ultima curva si può notare che il gruppo di frequenze intorno a 42,7 MHz ha un ritardo rispetto alle frequenze intorno ai 46 MHz di circa 0,08 μsec.

APPENDICE N. 2

Distorsione di fase dovuta al filtro «Vestigial Side Band»

Abbiamo visto nel testo della memoria che parte della distorsione di fase si verifica nelle frequenze video inferiori a 1,5 MHz e che tali distorsioni sono dipendenti anche dalla parziale soppressione in trasmissione di una banda laterale «Vestigial Side Band».

Per comprendere perchè tale operazione comporti una distorsione di fase occorre esaminare che cosa avviene nel ricevitore TV. La caratteristica del ricevitore, come è indicato in figura 4, è lineare ma inclinata in vicinanza della portante e la conseguenza di ciò è che al rivelatore giungeranno bande laterali dissimetriche, la cui somma però sarà sempre costante.

Quindi per quanto riguarda la risposta in ampiezza a causa del V.S.B. il ricevitore non subisce alterazioni

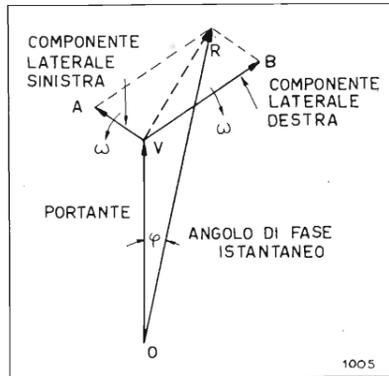



Fig. 14. — Diagramma vettoriale che indica come avviene la distorsione di fase, nelle frequenze basse, per effetto del filtro « Vestigial ».

con il variare della frequenza modulante: per quanto riguarda invece la fase del vettore risultante (somma vettoriale delle due bande laterali + portante) rispetto alla fase della portante si può vedere dall'esame di figura 14 che la dissimetria delle bande laterali stesse produce un angolo di fase che sarà tanto più notevole quanto più importante è la dissimetria e quanto più importante è la percentuale di modulazione.

Si noti poi che nelle trasmissioni televisive fra le frequenze componenti il segnale TV le frequenze basse sono quelle che hanno una percentuale di modulazione più elevata e questo quindi spiega perchè il filtro « Vestigial Side Band » provochi distorsione di fase essenzialmente nelle frequenze più basse della banda video.

(192)

LIBRI E PUBBLICAZIONI

Convegno di elettronica e televisione.

Due volumi di complessive LXVIII + 1214 pagine formato cm 17,5 × cm 24,5 - « Consiglio Nazionale Ricerche » - Roma, 1955 - Prezzo L. 10.000.

Com'è noto in occasione della Fiera internazionale di Milano il Consiglio Nazionale delle Ricerche organizza ogni anno, a partire dal 1951, una manifestazione denominata « Giornate della Scienza ». Il tema del quarto convegno, svoltosi nel quadro della 32ª Fiera, dal 12 al 17 aprile, è stato « Elettronica e televisione » e i due volumi di cui si tratta costituiscono gli atti del convegno. A tale manifestazione hanno partecipato, portando il contributo della loro competenza, molti illustri scienziati e tecnici italiani e stranieri.

I volumi comprendono oltre all'indice generale, al resoconto della manifestazione (pag. I-LXVIII), ai discorsi inaugurali e generali (pag. 1-98), nei quali si possono trovare dati statistici di notevole interesse riguardanti la ricerca scientifica, le telecomunicazioni, la televisione e le industrie relative in Italia, una serie di interessanti relazioni tecnico-scientifiche, suddivise nei seguenti temi:

1º *Possibilità attuali e tendenze nello sviluppo della TV* (100-152) - 2º *Apparecchiature televisive* (153-215) - 3º *Sistemi di collegamento per trasmissioni televisive* (216-277) - 4º *Impianti e servizi per televisione* (278-310) - 5º *Collegamenti fra punti fissi, radiodiffusione e questioni varie* (311-542 fine del 1º vol.) - 6º *Materiali magnetici* (543-567) - 7º *Materiali dielettrici* (568-591) - 8º *Materiali semiconduttori e materiali vari* (592-616) - 9º *Transistori* (617-677) - 10º *Ottica elettronica a tubi elettronici* (678-813) - 11º *Radar ed altri radioaiuti* (814-865) - 12º *Elettronica industriale* (866-900) - 13º *Servomeccanismi* (901-969) - 14º *Macchine elettroniche per calcolo numerico* (970-1023) - 15º *Macchine elettroniche per calcolo analogico* (1024-1084) - 16º *Elettronica e cibernetica* (1085-1202).

Seguono inoltre: *Indice riepilogativo delle bibliografie* - *Indice alfabetico per autori* (1205-1214).

Quattro erano le lingue ammesse al congresso: italiano, francese, inglese e tedesco. Le memorie sono riportate nella lingua originale ma alla fine di ognuna di esse vi è un riassunto nelle altre tre lingue.

Il volume è una fonte preziosa di notizie interessanti ed aggiornate particolarmente pregevole per l'autorità dei congressisti che hanno partecipato ai lavori e presentato le memorie. La veste tipografica è molto accurata.

(237) G. D.

SOLDI MARIO: **Elementi di tecnica delle forme d'onda** - Lezioni tenute per il Corso di Perfezionamento in Elettrotecnica (Sezione Comunicazioni Elettriche del Politecnico di Torino).

Un volume in multilit, formato cm 17 × cm 25 di 312 pagine. - Editore « Levrotto & Bella » - Torino, 1955 - Prezzo L. 2500.

Questo volume colma una lacuna piuttosto sentita nelle nostre pubblicazioni tecniche.

Non è di tutti infatti la possibilità di abbeverarsi alle fonti dirette, specie quando queste sono molte, ma ben celate e non solo per difficoltà di lingua, com'è nel nostro caso.

La letteratura straniera invece è ricchissima di scritti trattanti lo stesso argomento, dal quale, se è poliedrico, ciascun autore mette in evidenza quasi sempre una sola faccia. È quindi facile, dopo quanto si è detto, comprendere quanto sia apprezzabile un testo, in cui l'autore, dopo un paziente ed arduo lavoro di sintesi, riesca a darci dell'argomento la sua rielaborazione in cui i vari frammenti raccolti hanno trovato la loro logica successione per concorrere a dare del fenomeno quella visione completa e proporzionata che sola è utile a chi per la prima volta si accinge al suo studio.

Per questi soli motivi l'opera che recensiamo dovrebbe già incontrare il favore di quanti si occupano di elettronica, ma se si aggiunge ancora l'importanza attualmente assunta dagli argomenti trattati, il giusto equilibrio tra il rigoroso ed il pratico, la ricca bibliografia, la curata edizione tipografica si può certamente affermare che l'opera è destinata a pieno successo.

Ad essa ricorreranno non solo quelli che desiderano comprendere intimamente, per quanto tecnicamente possibile, i molti segreti che regolano i più complessi apparati elettronici, ma anche coloro che, volendo ottenere una data prestazione, desiderano essere guidati, nel dimensionamento dei vari elementi che compongono il circuito, non dalla sola esperienza.

Utilissimo in particolar modo per le sue infinite pratiche applicazioni il contenuto del capitolo primo dedicato allo studio delle reti elettriche in regime transitorio mediante le trasformate di Laplace.

L'indice dei capitoli qui riportato serve a meglio far comprendere ed a giustificare il titolo dell'opera:

Generalità (fino a pag. 4) - 1. *Calcolo simbolico generalizzato. Studio dei circuiti in transitorio* (79) - 2. *Forme d'onda rettangolari* (161) - 3. *Circuiti differenziatori per la produzione di impulsi* (179) - 4. *Multivibratori* (260) - 5. *Circuiti integratori per la produzione di f. d. o. triangolari* (309).

(238) D. B.

MILETTO GUALTIERO: **Telefonometria.**

Un volume in multilit formato cm 21 × cm 28,5 di 211 pagine con 82 figure e numerose tabelle - Edito a cura dei Servizi Tecnici della STET - Torino, 1955.

È indice di progresso delle tecniche in genere, ed in particolare di quelle concernenti le telecomunicazioni, la ricerca di una migliore « qualità ». Tale ricerca postula tutto un bagaglio strumentale di metodi ed apparecchiature di misura che si vanno col tempo sempre più affinando.

Il volume dell'ing. Miletto, del Laboratorio misure e collaudi della Società Torinese Esercizi Telefonici (STET), affronta il problema della « qualità della trasmissione telefonica » sia dal punto di vista della natura fisica e della formulazione analitica delle questioni relative, sia in relazione ai metodi per la misura delle grandezze telefonometriche. Si tratta di una pregevole raccolta e coordinamento di una materia tuttora dispersa in molte opere e fonti originali, per cui riuscirà particolarmente apprezzata sia dagli specialisti, per un agevole reperimento di quanto occorre più di consueto, sia dagli studiosi che vogliano una buona guida a queste misure.

Dopo un primo capitolo dedicato a richiami e definizioni di acustica, vengono illustrate le principali grandezze telefonometriche secondo le linee direttive del C.C.I.F.,; si studiano in seguito i sistemi telefonici di riferimento SFERT ed ARAEN; il primo per la determinazione dell'equivalente di riferimento ed il secondo per l'indice di qualità di trasmissione. La parte centrale del libro è dedicata ai metodi di misura soggettivi ed oggettivi dei più importanti parametri telefonometrici, con esempi di calcoli analitici, i quali servono, tra l'altro, come confronto rispetto ai dati ricavati sperimentalmente. Tra le grandezze prese in esame sono l'equivalente di riferimento di un sistema telefonico, l'equivalente di riferimento dell'effetto locale, l'equivalente di riferimento di apparecchi e di linee, l'intelligibilità, il tasso di ripetizione e dell'equivalente di trasmissione effettiva, ecc. Chiudono il volume tre appendici contenenti definizioni di grandezze acustiche, liste di logatomi esperanto e regole di pronuncia di esperanto.

Numerosi diagrammi e tabelle distribuiti nel testo costituiscono fonti di dati numerici, mentre ogni capitolo è seguito da una ricca bibliografia.

Ecco l'elenco dei capitoli:

1º *Richiami su concetti e definizioni di acustica* (fino a pag. 30) - 2º *Grandezze e misure telefonometriche* (55) - 3º *Sistemi telefonici di riferimento* (78) - 4º *Metodi di misura soggettivi* (164) - 5º *Metodi di misura oggettivi e calcolo di alcune grandezze telefonometriche* (213) - *Appendici* (221).

(239) A. S.

MANNINO-PATANÈ GAETANO: **Tecnica elettroacustica.**

Un volume di XVI + 251 pagine formato cm 17,5 × cm 25 con 118 figure e 15 tabelle - U. Hoepli - Milano, 1955 - Prezzo L. 1500.

Questo volume costituisce la seconda edizione o meglio la ristampa del volume che, in prima edizione, apparsa nel 1952, portava il titolo « Diffusione sonora ». Di tale volume è stata pubblicata una recensione nel n. 5 del settembre-ottobre 1952 di « Elettronica » a pagina 257.

Riportiamo nuovamente l'elenco delle parti in cui è divisa l'opera:

I. *Nozioni varie* (cinque capitoli da pag. 1 a pag. 79) - II. *Degli altoparlanti a bobina mobile in generale* (81-107) - III. *Altoparlanti ad irradiazione diretta* (109-133) - IV. *Altoparlanti a tromba* (135-161) - V. *I sistemi spianato ed enfasizzato* (163-172) - VI. *Sistemi a più canali* (173-197) - VII. *Allacciamenti degli altoparlanti* (199-219) - VIII. *Alcune nozioni generali sugli impianti di diffusione sonora* (221-228) - *Appendice* (229-251).

(240)

A. L. I.

AZIENDA LICENZE INDUSTRIALI

FABBRICA APPARECCHI E MATERIALI RADIO TELEVISIVI

ANSALDO LORENZ INVICTUS

MILANO - VIA LECCO, 16 - TELEFONI 221.816 - 276.307 - 223.567

ANSALDINO

SERIE MINIATURA 6 VT

Apparecchio Super 5 valvole 2 campi d'onde medie e corte, forte e perfetta ricezione, mobiletto bachelite color avorio, verde, rosso, grigio a richiesta, dimensioni:

	ai rivenditori
cm. 10 x 17 x 25	L. 11.000
cm. 15 x 20 x 33	L. 13.500

TESTER

1.000 ohm x V.	L. 8.000
5.000 ohm x V.	L. 9.500
10.000 ohm x V.	L. 12.000
20.000 ohm x V. (tascabile)	L. 13.000
20.000 ohm x V.	L. 17.000

*

ANALIZZATORE ELETTRONICO

Serie 1V . . . L. 40.000

PROVAVALVOLE

10.000 ohm x Volt con zoccoli di tutti i tipi compreso i Noval TV . . . . . . Lire 30.000

Vasto assortimento di materiale Radio e TV

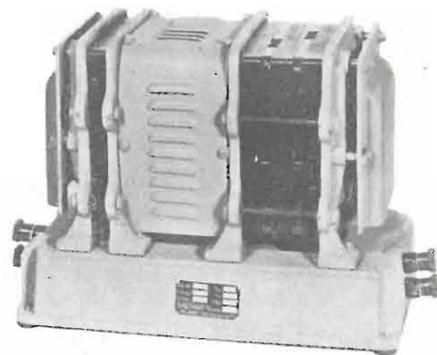
Richiedere il nuovo listino illustrato e valvole

Antenne televisive * Cavi ed accessori per impianti antenne TV * Strumenti di misura e controllo Radio e TV * Valvole ricambi Radio e TV

Visitateci alla XXI Mostra Nazionale della Radio e TV (10-19 Settembre) Posteggio N. 125
dove ammirerete, tra l'altro, anche ricevitori a c.c. e c.a. di bassissimo prezzo

SAETRON s. r. l.

SOCIETÀ APPLICAZIONI ELETTRONICHE

Via Ingegnoli, 17 A - MILANO - Tel. 28.02.80 - 24.33.68

Prodotti per elettronica

Stabilizzatore a ferro saturo per TV (2 modelli) Stabilizzatori a ferro saturo fino a 5 kW per uso industriale (laboratori, elettrochimica, cinema, fotografia ecc.) - Trasformatori in materiali speciali per tecnica ad impulsi - Amplificatori magnetici - Alimentatori stabilizzati per tensioni continue.

Il «*Progresso della tecnica*» vuol dire civiltà e maggior benessere per l'umanità. In una serie di lezioni per «Classe Unica», ora raccolte in volumi, autorevoli specialisti hanno trattato i problemi relativi alle materie prime e alle fonti ricche di energia.

IL PROGRESSO DELLA TECNICA

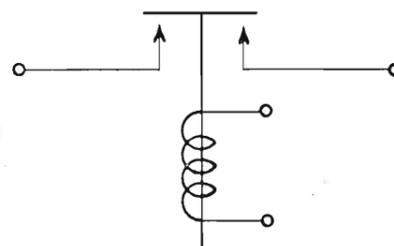
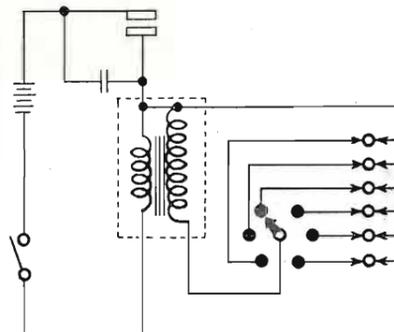
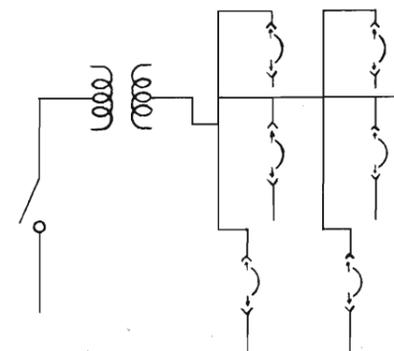
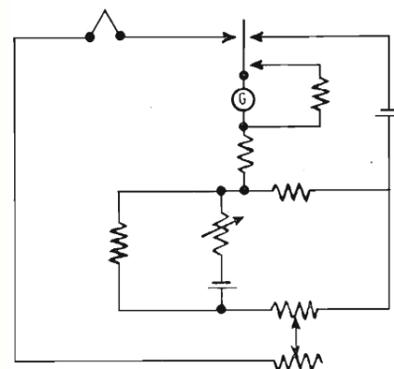
N. 9 - Vol. I: AUTORI VARI
Lire 100

N. 10 - Vol. II: R. DE BENEDETTI
Lire 100

N. 21 - Vol. III: AUTORI VARI
Lire 150

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla EDIZIONI RADIO ITALIANA, Via Arsenale, 21, Torino.

Stampato dalla ILTE-Torino

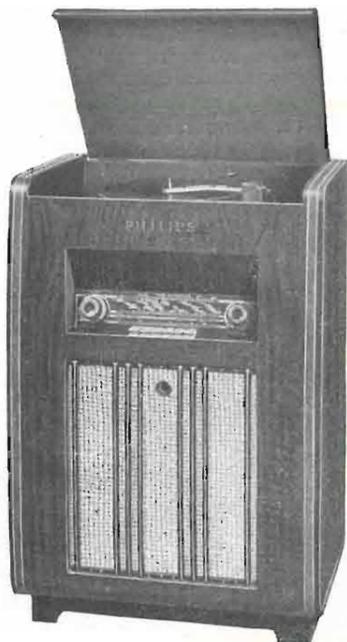
contatti per tutte le applicazioni

comandi di forni; forni a induzione; magneti di motori aerei; telescriventi;

calcolatrici; contatori; registratori; indicatori; dispositivi di regolazione automatica; regolatori di tensione;

autocomandi di tensione; apparecchiature per il comando della corrente; regolatori di motori;

accensioni per auto; interruttori di massima; interruttori d'intensità; interruttori per lampeggiatori d'auto.

SERIE

HI. 450 A. Radiofonografo da tavolo; 5 valvole « Rimlock - Noval » più indicatore di sintonia; onde medie e corte; regolatore di tono; antenna a filo incorporata; giradischi PHILIPS a 3 velocità.

HI. 651 A. con MODULAZIONE DI FREQUENZA Radiofonografo da tavolo di alta classe; 6 valvole più occhio magico; 2 gamme di onde corte, onde medie e M. F.; comandi a tastiera; doppio regolat. tono; 2 indici separati per AM e FM; antenna incorporata; presa per altop. suppl.; giradischi PHILIPS a 3 velocità.

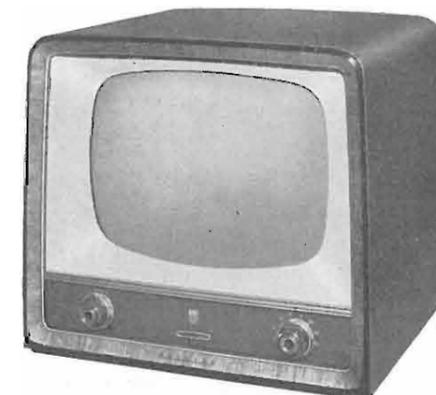
FI. 840 A. « STUDIO » con MODULAZIONE DI FREQUENZA; Radiofonografo di lusso; 15 valvole più occhio magico; caratteristiche analoghe a quelle del tipo FI. 850 A. equipaggiato con magnetofono PHILIPS.

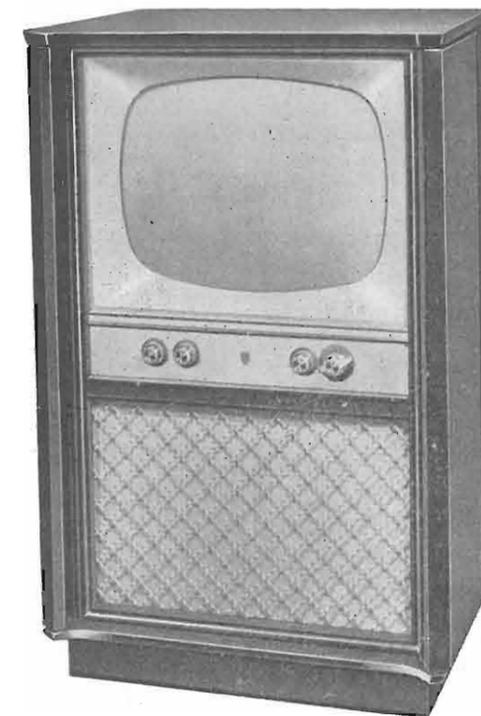
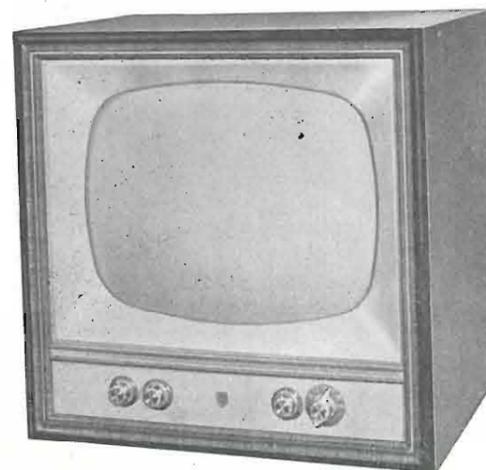
FI. 850 A. « SUPER CONCERTO » con MODULAZIONE DI FREQUENZA; Radiofonografo di altissima qualità; 15 valvole più occhio magico; supereterodina a condensatore variabile triplo con stadio di amplificazione in alta frequenza; 8 gamme d'onda: 5 onde corte, onde medie, onde lunghe e modulazione di frequenza; speciale commutatore di gamma con indicatore luminoso; accordo silenzioso su FM; elevata potenza d'uscita e fedeltà di riproduzione impareggiabile; cambiadischi automatico PHILIPS a tre velocità; antenne incorporate.

FI. 640 A. con MODULAZIONE DI FREQUENZA; Radiofonografo; 7 valvole « Noval » più occhio magico; 4 gamme d'onda di cui una FM; comandi a tastiera; cambiadischi PHILIPS a 3 velocità.

PHILIPS

espressione della tecnica più avanzata

SERIE novosonic TV 1955 • 56

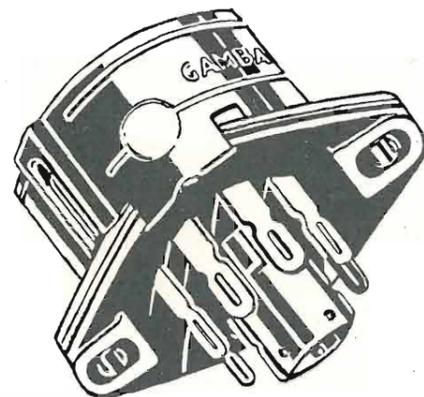
TI 1721 A/05 « 17" LUSSO - A » Intercarrier; elevata sensibilità; quadro da 17 pollici; 21 valvole serie speciale per TV; selettore a 8 canali, ivi compresi tutti i canali italiani.

17 TI 120 A/38 « 17" NORMALE » Intercarrier; quadro da 17 pollici; 15 valvole; serie speciale per TV; tutti i canali italiani.

21 TI 100 A/38 « 21" LUSSO » Intercarrier; elevata sensibilità; quadro da 21 pollici; 21 valvole serie speciale per TV; selettore a 8 canali, ivi compresi tutti i canali italiani.

21 CI 101 A/38 « 21" CONSOLE » Intercarrier; elevata sensibilità, riproduzione « audio » ad alta fedeltà; quadro da 21 pollici; 21 valvole serie speciale per TV; tutti i canali italiani.

espressione della tecnica più avanzata

PRIMARIA FABBRICA EUROPEA SUPPORTI PER VALVOLE

SUVAL

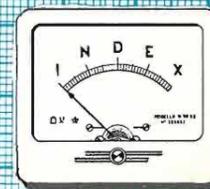
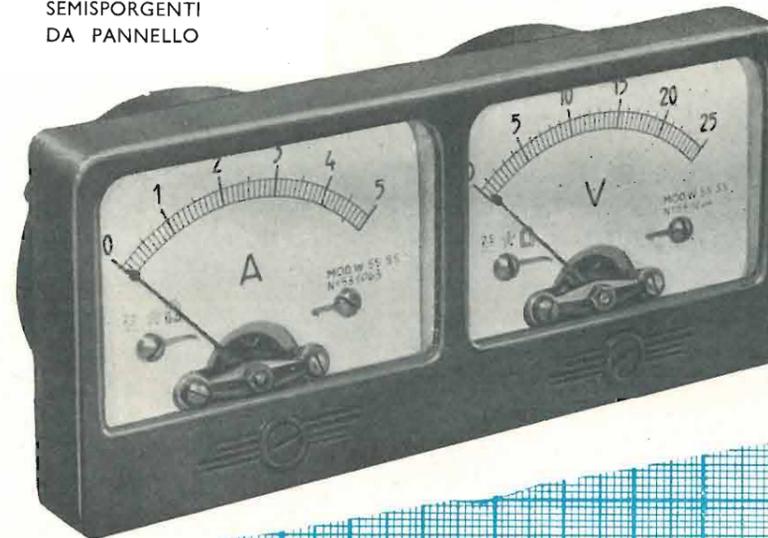
di G. Gamba

Sede:

MILANO - Via G. Dezza N. 47
Telef. 44.330 - 44.321 - 48.77.27

Stabilimenti:

MILANO - Via G. Dezza N. 47
BREMBILLA (Bergamo)

ESPORTAZIONE

SEMISPORGENTI DA PANNELLO

SERIE "SS"

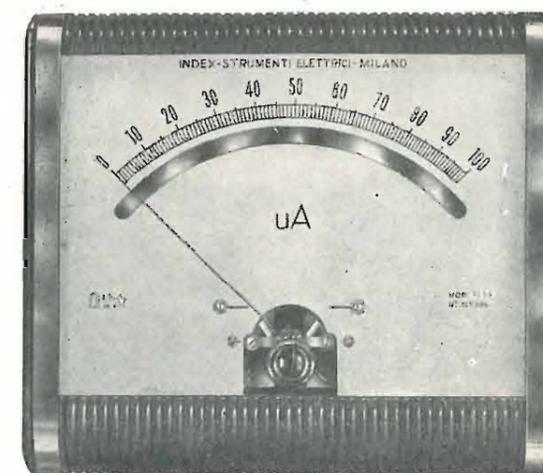
In esecuzione a bobina mobile ed elettromagnetica.

STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA

INDEX

DA PANNELLO - DA QUADRO - PORTATILI

NOVITÀ 1955

Serie "GLASS"

FABBRICA STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA - VIA NICOLA D'APULIA, 12 - TEL. 243.477 - MILANO

DIRETTORI: EDOARDO CRISTOFARO - VITTORIO MALINVERNI (RESPONSABILE) — SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - IV GRUPPO — ILTE - TORINO